ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ

ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ

೨

ಮೈಸೂರು
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೬೮

ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ

ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ

ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಪುಟ

ಮೈಸೂರು

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

೧೯೬೯

PRABUDDHA KARNATAKA, Kannada Quarterly of the *University of Mysore*. Golden Jubilee Special Number : Science. Edited by Dr. H. Manappa Nayak, Dr. H. Thipperudra Swamy and J. R. Lakshmana Rao

ಬೆಲೆ : ಐವತ್ತು ರೂಪಾಯಿ

ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರು
ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಡಿ. ಜವರೇಗೌಡ

ಸಂಪಾದಕರು
ಡಾ. ಎಚ್. ಮಾನಪ್ಪನಾಯಕ
ಡಾ. ಎಚ್. ತಿಪ್ಪೇರುದ್ರಸ್ವಾಮಿ
ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಪ್ರಕಾಶಕರು
ಡಾ. ಪ್ರಭುಶಂಕರ
ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಪ್ರಸಾರಾಂಗ, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ

ಮುದ್ರಕರು
ಎಚ್. ನರಸಣ್ಣ
ಡೆಪ್ಯುಟಿ ಡೈರೆಕ್ಟರ್, ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮುದ್ರಣಾಲಯ

ವಿಷಯ ಸೂಚಿ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಮೈಲಿಗಲ್ಲುಗಳು

ಕಳೆದ ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ-ಒಂದು ಪಕ್ಷಿನೋಟ

ಪ್ರಚಲಿತ ವಿಜ್ಞಾನ

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ

ಪ್ರಚಲಿತ ವಿಜ್ಞಾನ

ಡಾ|| ಎಲ್. ಸೀಬಯ್ಯ

ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ

ಪರಮಾಣುಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವಾಗ ಅವುಗಳ ಹೊರ ವಲಯದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು (electron) ಮಾತ್ರ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ; ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಳಪದರಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಾಗಲೀ, ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಬೀಜವಾಗಲಿ (nucleus) ಪಾತ್ರವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಕಳೆದ ಸುಮಾರು ಮೂರುದಶಕಗಳಲ್ಲಿ, ಬೀಜ ವಿಜ್ಞಾನವು ಬೆಳೆದುಬಂದು, ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಅರಿವು ಉಂಟಾಗಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನ ಮಾರಕಶಕ್ತಿಯ ಹಾಗೂ ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳ (nuclear reactor) ಸತ್‌ಶಕ್ತಿಯ ತಿಳಿವು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗಾದರೂ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಅವಗಾಹನೆಗೆ ಬಂದಿದೆ.

ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯು 'ವಸ್ತುವೇ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ' ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುವುದರ ನೇರ ಪರಿಣಾಮ. ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. 'm' ಎಂಬುದು ವಸ್ತುವಿನ ಜಡಮಾನ (mass) ಮತ್ತು, 'c' ಎಂಬುದು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವಾದರೆ, ಆಗ ಆ ಜಡಮಾನದಿಂದ ಹಸ್ತಗತವಾಗಬಹುದಾದ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು "E" ಎಂದು ಕರೆದರೆ, ಇವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಸಮೀಕರಣವೇ $E=mc^{೨}$.

ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಬೃಹತ್ ಸಂಖ್ಯೆ. ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩×೧೦^{೧೦} ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳು ಆದಕಾರಣ, ಮೇಲಿನ ಸಮೀಕರಣ ರೀತ್ಯಾ, ಬಹು ಸ್ವಲ್ಪ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಅತ್ಯಧಿಕ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಬರುತ್ತದೆ. ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಿನೋಡಿದರೆ, ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ವಸ್ತು ನಾಶದಿಂದ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತುನಾಲ್ಕು ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ದುಡಿಯಬಲ್ಲ ಹದಿನೈದು ಲಕ್ಷ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಡಬಹುದು. ಈ ವಸ್ತು–ಶಕ್ತಿ ಸಂಬಂಧ ಸುಮಾರು ೨೭ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಕೇವಲ ಸೂತ್ರಪ್ರಾಯವಾಗಿದ್ದು, ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾದ ಕಾಕ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟನ್‌ರ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಕಾರ್ಯರಂಗಕ್ಕೆ ಕಾಲಿಟ್ಟಿತು. ಜಲಜನಕ

ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೀಜಗಳ ($H_{೧}^{೧}$) ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಲೀಥಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ($Li_{೩}^{೭}$) ಗುರಿಮಾಡಿದರು; ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಎರಡು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜನ್ಮತಾಳಿದವು :—

$$H_{೧}^{೧} + Li_{೩}^{೭} \longrightarrow ೨\, He_{೨}^{೪}$$

[ಇಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಸಂಕೇತಗಳ ಕೆಳಗೆ ಬೀಜದ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಸೂಚಕ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ, ಮೇಲೆ ಆ ಕಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಕಣಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನೂ ತಿಳಿಸಿದೆ; ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿ ಈ ಒಂದೊಂದು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತವೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗದೆ ಇರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು.

ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕೃತಕರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆ ಆದದ್ದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಐನ್‌ಸ್ಟೀನನ ವಸ್ತು-ಶಕ್ತಿ ಸಮೀಕರಣದ ಕ್ರಿಯಾ ನಿದರ್ಶನವೂ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾರ್ಗದಿಂದ ಆಯಿತು.

ಜಡಮಾನ ಲೋಪ (Mass Defect)

ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟನ್‌ರ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುದ್ವಯಗಳ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಲೀಥಿಯಂ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಬಹು ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದಿತು. ಹೀಗೆ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಅಪಾರಶಕ್ತಿಗೆ ಒಂದೇ ಒಂದು ಸಾಧ್ಯತೆ ಇತ್ತು; ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಲೋಪ ಸಂಭವಿಸಿ ಶಕ್ತಿರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿರಬಹುದು. ಎರಡು ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜಗಳ ಒಟ್ಟು ಜಡಮಾನ ೮.೦೦೭೮ ಮೂಲ ಮಾನಗಳು (ಆಮ್ಲಜನಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ಜಡಮಾನ ೧೬ ಮೂಲಮಾನಗಳು ಎಂಬ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ; ಅಂದರೆ ಅದರ ಜಡಮಾನ ೧೬ × ೧.೬೭ × $೧೦^{-೨೪}$ ಗ್ರಾಂ.); ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಲೀಥಿಯಂ ಬೀಜಗಳ ಒಟ್ಟು ಜಡಮಾನ ೮.೦೨೬೧ ಮೂಲಮಾನಗಳು. ಅಂದರೆ ಈ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ೦.೦೧೮೩ ಮೂಲಮಾನಗಳಷ್ಟು ಜಡಮಾನ ಲೋಪವಾದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಜಡಮಾನ ಲೋಪಕ್ಕೂ, ಹೊಸದಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಹೀಲಿಯಂ ಕಣದ್ವಯಗಳ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಗೂ ತಾಳೆಯಾಗುವುದೆಂದು ಐನ್‌ಸ್ಟೀನಿನ ಸಮೀಕರಣವು ತೋರಿಸಿ ಕೊಡುವುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಉಗಮ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು, ಬೀಜದ ರಚನಾ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಬೇಕು.

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ

ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಒಟ್ಟು

ಗೂಡಿ ಇವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯ (radio activity) ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹೊರಬರುವ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಟ-ಕಿರಣ (β-ray) ಅರ್ಥಾತ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹವೂ ಒಂದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಈ ಬೀಜಗಳಲ್ಲೇ ಅಡಗಿರಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದ ಬೇರೊಂದು ಮಾರ್ಗದಿಂದ ವಿವರಣೆ ಕೊಡಬೇಕಾಗುವುದು.

ಈ ಒಗಟನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಹೊಸದೊಂದು ಮೂಲಕಣದ ಕಲ್ಪನೆ ಆಯಿತು. ಇದನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ಶೂನ್ಯಾಂಶ) ಎಂದು ಕರೆದರು; ಹೆಸರೇ ವಿವರಿಸುವಂತೆ ಇದಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವಾಗಲೀ ಜಡಮಾನವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲ. ಶಕ್ತಿ ಮಾತ್ರ ಉಂಟು. (ಇದಕ್ಕೆ ಭ್ರಮಣವೂ ಇದೆ ಎಂಬ ವಿಷಯ ಸಧ್ಯಕ್ಕೆ ಅನಗತ್ಯ.) ಈ ಹೊಸ ಕಣ ವಿಶೇಷದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೀಟ ಕಿರಣಗಳ ವಿವರಣೆ ದೊರೆಯಿತು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಒಂದು (n), ಪ್ರೋಟಾನ್ (p) ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (e) ಗಳಾಗಿ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν) ಒಂದು ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ:

$$n^1_0 \longrightarrow p^1_1 + e^0_{-1} + \nu^0_0$$

ಇದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನ್ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸದೆ ಒಂದೇ ಮೂಲಕಣದ ಎರಡು ರೂಪಾಂತರಗಳೆಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಾಗಲಿ, ಜಡಮಾನವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಕಾರಣ ಇದರ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಮರ್ಥನೆ ಬಹಳ ತಡವಾಗಿ ಆಯಿತು. ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವೇಳೆ ಲೋಪವಾಗುವ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಜಡಮಾನವನ್ನು ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋಗಳು ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತವೆ.

ಬೀಜಗಳ ಬಂಧನಶಕ್ತಿ (Binding Energy)

ಈವರಿವಿಗೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ, ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೂನ್ಯವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಮತ್ತು ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಸಹಿತವಾದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಸಹಿತವಾದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಕರ್ಷಣದಿಂದ ಬೀಜವು ಸಿಡಿದು, ಅದರ ಕಣಗಳು ಚೆಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿಯಾಗಿ ಓಡಬೇಕಿತ್ತು. ಆದರೆ ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಜಪಾನಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಯುಕಾವಾ ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಸುಬದ್ಧತೆಗೆ ಒಂದು ಹೊಸ ನಮೂನೆಯ ಕಣ ಕಾರಣವೆಂದು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು; ಅವುಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವೂ ಕೂಡ ವಿಶ್ವಕಿರಣ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಈ ಹೊಸ ಕಣಗಳನ್ನು ಮೆಸಾನ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ; ಅವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಸುಬದ್ಧತೆಯನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೊದಲು ಈ ಹೊಸ ಕಣಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯೋಣ.

ಮೆಸಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧಗಳುಂಟು; ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತೂ, ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತೂ ಇದ್ದು ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ವಿದ್ಯುತ್‌ಶೂನ್ಯವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಮೆಸಾನ್‌ಗಳ ಜಡಮಾನವೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಅಧಿಕವಾಗಿಯೂ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಕಡಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಮೆಸಾನ್‌ಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ನೆನಪಿಡಬೇಕಾದ ವಿಷಯವೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಜೀವಿತಕಾಲ; ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚೆಂದರೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಹತ್ತುಲಕ್ಷ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದುಭಾಗ ಮಾತ್ರ ($೧೦^{-೬}$ ಸೆಕೆಂಡು).

ಮೆಸಾನ್‌ಗಳ ಪಾತ್ರ ಇನ್ನೂ ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಸದಾ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗುತ್ತಿರುವ ಬೀಜದ ಒಳಗಡೆ ಪ್ರೋಟಾನ್—ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸುಬದ್ಧತೆಗೆ ಈ ಮೆಸಾನ್‌ಗಳೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಟೆನಿಸ್ ಆಟಗಾರರಿಬ್ಬರನ್ನು ಸುಬದ್ಧತೆಯಲ್ಲಿಡುವ ಆಟದ ಚೆಂಡಿಗೆ ಈ ಮೆಸಾನ್ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು.

ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳನ್ನು ಆ ಕಟ್ಟಡದ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಮೆಸಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಈ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬಂಧಿಸುವ ಸಿಮೆಂಟ್ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಆದರೂ ಬೀಜಗಳ ಒಳವಲಯದಲ್ಲಿ ನಿರಂತರ ಸಂಭವಿಸುವ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ಮುಂದಟ್ಟು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ರಾಛೆಸ್ಟರ್ ಸಮ್ಮೇಳನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಬಗೆಯ ಈ ತೆರನಾದ ಕಣಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಲಾಯಿತು; ಆದರೆ ಬೀಜದ ಭದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಾತ್ರವೇನೆಂಬುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ.

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರ ಬಂದಂತೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಕರ್ಷಕ ಬಲ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳ ಅಂತರವು $೧೦^{-೧೩}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಅವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಅವುಗಳ ವಿಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ನೂರುಪಾಲು ಜಾಸ್ತಿಯಿರುವುದೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಬೀಜವು ನೀರಿನ ಹನಿಯಂತೆ ಗೋಳಾಕಾರವನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಸಣ್ಣ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಣಗಳು ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈಯನಲ್ಲಿದ್ದು, ಒಳ ಸೆಳತದಿಂದ ಬೀಜ ಸುಭದ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಬೀಜದ ಭಾರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಈ ಸ್ಥಿತಿ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗಿ ಸಡಿಲತೆಯುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ನೈಜವಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆ ತೋರುವ ರೇಡಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಹೊಡೆದು ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿ ಒಡೆದರೆ ಮಾತ್ರ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಉದಯಿಸುವುದು.

ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಮೆಸಾನ್‌ಗಳ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿ ಸುಭದ್ರವಾಗಿರುವ

ಕಾರಣ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಅಗಾಧಶಕ್ತಿ ಅಡಗಿರಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಬೀಜದ ಬಂಧನಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆ. ಇದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಜಡಮಾನ ಲೋಪಕ್ಕೆ ಸಮ. ಜಡಮಾನವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ, ಜಲಜನಕದ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಡಾಯ್‌ಟೇರಿಯಂನ (deuterium) ಬೀಜದಲ್ಲಿ ೧.೦೦೭೫೮ ಮೂಲಮಾನವುಳ್ಳ ಪ್ರೋಟಾನ್ ಮತ್ತು ೧.೦೦೮೯೫ ಮೂಲಮಾನವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಇರುತ್ತವೆ; ಇವುಗಳ ಒಟ್ಟು ಮೂಲಮಾನ ೨.೦೧೬೫೩. ಆದರೆ ಅದೇ ಬೀಜದ ಪ್ರಯೋಗಸಿದ್ಧವಾದ ಮೂಲಮಾನ ೨.೦೧೪೧೯. ಅಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನ್-ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ೦.೦೦೨೩೪ ಮೂಲಮಾನಕ್ಕೆ ಲೋಪಬಂದಿದೆ. ಇದು ಈ ಬೀಜದ ಬಂಧನಶಕ್ತಿ. ಇಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಈ ಬೀಜವನ್ನು ಒಡೆದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಣಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಬೀಜ ಉದ್ಭವಿಸಿದರೆ ಹೊರಸೂಸುವ ಶಕ್ತಿ.

ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೪೦ಕ್ಕೆ ಏರುವವರೆವಿಗೂ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಜಡಮಾನ ಲೋಪವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಆದಕಾರಣ ೪೦ಕ್ಕೆ ಕಡಿಮೆ ಕಣಗಳಿರುವ ಬೀಜಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಬರುವುದು. ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ಒಡೆಯುವುದರಿಂದ ಮಾತ್ರ, ಜಡಮಾನ ಲೋಪ ಉಂಟಾಗಿ, ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವುದು. ಬೇರೊಂದು ರೀತಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳು ಒಡೆಯುವುದರಿಂದಲೂ (fission), ಹಗುರವಾದ ಬೀಜಗಳು ಒಂದುಗೂಡುವುದರಿಂದಲೂ (fusion), ಶಕ್ತಿ ಉದಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಎರಡು ವಿಧಗಳನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಬೀಜ ವಿದಳನ (Nuclear Fission)

ಭಾರವಾದ ಬೀಜಗಳು ಒಡೆಯುವ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆ ಆಗುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಳಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಲು ಬೀಜಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಗುರಿಯಿಟ್ಟು ಹೊಡೆದು ಇಬ್ಭಾಗ ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ಹೇಳಿದೆ. ವಿದ್ಯುದಂಶವಿಲ್ಲದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬೀಜಗಳಿಂದ ವಿಕರ್ಷಿತವಾಗದೆ, ಬೀಜಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಒಡೆಯಲು ಬಹಳ ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನೂ, α-ಕಣಗಳನ್ನೂ (α-ಕಣ=ಹೀಲಿಯಂನ ಬೀಜ) ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದರೂ, ಬೀಜಗಳ ವಿಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಇವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಂತೆ ಫಲಕಾರಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ

ಗಳಾಗಲೀ (nuclear reactor), ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್‌ಗಳೇ ಆಗಲೀ ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಲು, ನೈಜ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ಭಾರವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸೋಣ.

ಯುರೇನಿಯಂ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳು (Isotopes of Uranium)

ಭೂಮಿಯಮೇಲೆ ದೊರೆಯುವ ನೈಜವಾದ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ಮೂರು ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಗಳಿರುವುವು. ಅವುಗಳ ಜಡಮಾನ ೨೩೪, ೨೩೫ ಮತ್ತು ೨೩೮ ಮೂಲಮಾನ ಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೨೩೪ ಜಡಮಾನವಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಸಕ್ಷೇತ್ರವು ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವುದರಿಂದ, ಇದನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ೨೩೫ ಜಡಮಾನವಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಬಹುಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾದ ಪ್ರತಿ ಸಹಸ್ರ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಏಳುಮಾತ್ರ ೨೩೫ ಜಡಮಾನದ ಪರಮಾಣುಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಮಿಕ್ಕ ಸುಮಾರು ೯೯೩ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ೨೩೮ ಜಡಮಾನವಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಂದೇ ತಿಳಿಯಬೇಕು.

ಈ ೨೩೮ ಜಡಮಾನದ ಯುರೇನಿಯಂಬೀಜದ ವಿದಳನ ಬಹು ವೇಗಗಾಮಿ ಗಳಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ; ಮಂದಗಾಮಿಯಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಇದು ಬೀಜದೊಡನೆ ಸಮ್ಮಿಳಿತವಾಗಿ ೨೩೯ ಜಡಮಾನದ ಒಂದು ಹೊಸ ಯುರೇನಿಯಂ ಪರಮಾಣವು ಕೃತಕವಾಗಿ ಜನ್ಮತಾಳುವುದು. ಈ ಸಕ್ಷೇತ್ರವು ಸ್ಥಿರವಾಗಿಲ್ಲದೆ, ಕೇವಲ ೨೩ ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲಾವಧಿಯ ಆಯುಸ್ಸನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು. ಅನಂತರ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಈ ಬೀಜದಿಂದ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು (β–ಕಣ) ಹೊರಬಿದ್ದು, ಒಂದು ಹೊಸ ಬೀಜ ಜನ್ಮತಾಳುವುದು. ಇದರ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೯೩ ಇದ್ದು, ಜಡಮಾನ ೨೩೯ ಇರುವುದು. ಈ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ನೆಪ್ಚೂನಿಯಂ (Neptunium, $Np^{೨೩೯}_{೯೩}$) ಎಂದು ನಾಮ ಕರಣ ಮಾಡಿರುವರು. ಈ ಕೃತಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ಆಯಸ್ಸೂ ೨.೩ ದಿನಗಳಷ್ಟೇ ಇರುವುದರಿಂದ, ಇದೂ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರಗೆಡವಿ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ (plutonium–$Pu^{೨೩೯}_{೯೪}$) ಎಂಬ ಬೇರೊಂದು ಕೃತಕ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿ ವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೂ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಪಟುತ್ವ (radioactivity) ವಿದ್ದರೂ, ಜೀವಿತಕಾಲ ೨೪೦೦೦ ವರ್ಷಗಳಾದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಸ್ಥಿರವಾದ ಹೊಸ ಪರಮಾಣುವೆಂದೇ ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಮೂರುಹಂತದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಈ ಪರಮಾಣು ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

$$U^{೨೩೮}_{೯೨} + n^{೧}_{೦} \longrightarrow U^{೨೩೯}_{೯೨}$$

$$U^{೨೩೯}_{೯೨} \longrightarrow e_{-೧} + Np^{೨೩೯}_{೯೩}$$

$$Np^{೨೩೯}_{೯೩} \longrightarrow e_{-೧} + Pl^{೨೩೯}_{೯೪}$$

ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ನೆನಪಿಡಬೇಕಾದ ವಿಚಾರ ಒಂದಿದೆ—ಪ್ರಪ್ರಥಮವಾಗಿ ೯೨ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಹೊಚ್ಚ ಹೊಸ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಪಟುತ್ವವಿರುವ ಈ ಹೊಸ ಮೂಲಪದಾರ್ಥಗಳ ಜೀವಿತಕಾಲವು ಭೂಮಿಯ ಆಯುಸ್ಸಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಬಹು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವ ಕಾರಣ ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ನೈಜವಾಗಿ ಭೂಮಿಯಮೇಲೆ ದೊರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳನ್ನು "ಯುರೇನಿಯಂ ಆಚೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳು" (transuranic elements) ಎಂದು ಸಾಮೂಹಿಕವಾಗಿ ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆ. ಜಡಮಾನ ೨೩೫ ಇರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಸಸ್ಥೇತ್ರಕ್ಕೂ, ಹೊಸದಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ೨೩೯ ಜಡಮಾನದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಒಂದು ಸಮಾನವಾದ ಗುಣವಿದೆ. ಎಲ್ಲಾ ವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದಲೂ, ಅದರಲ್ಲೂ ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದಲೂ, ಈ ಎರಡು ಬೀಜಗಳೂ ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿ ಒಡೆದುಹೋಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಒಡೆದಾಗ ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಎರಡು ಮೂರು ಹೊಸ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಬರುತ್ತವೆ. ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಬೀಜಗಳು ಸಿಡಿದು ಇಬ್ಭಾಗವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲೂ ಈ ರೀತಿ ಒಂದು ಪರಂಪರಾ ಕ್ರಿಯೆ (chain reaction) ಏರ್ಪಟ್ಟು, ಎಲ್ಲಾ ಬೀಜಗಳೂ ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿ ಸಿಡಿಯುವವರೆವಿಗೂ ಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್ (Atomic bomb)

ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಪರಂಪರಾ ಕ್ರಿಯೆಯು ಮಿತಿಮೀರಿದ ವೇಗದಿಂದ ನಡೆದು ಅಗಾಧವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಬೀಳುವುದು. ೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬು ದಾಳಿಯಿಂದ ನಾಗಸಾಕಿ, ಹಿರೋಷಿಮಾ ನಗರಗಳಿಗೆ ಆದ ಸರ್ವನಾಶವೇ ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ. ಹಿರೋಷಿಮಾ ನಗರದಮೇಲೆ ಎಸೆದ ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಐದಾರು ಪೌಂಡುಗಳಷ್ಟು ೨೩೫-ಯುರೇನಿಯಂ ಇದ್ದು, ಅದರ ಸ್ಫೋಟನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ೨೦,೦೦೦ ಟನ್ನುಗಳ TNT-ಸಿಡಿಮದ್ದಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಸರಿಸಮಾನವಾಗಿದ್ದಿತು. (TNT = Trinitrotoluene). ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬಾಂಬುಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಲ್ಲ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಆದರೆ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬುಗಳ ಬೃಹತ್ ಶಕ್ತಿ ಈ ಮಹತ್ ಬಾಂಬುಗಳನ್ನೂ ಕೂಡ ಮೀರಿಸಿದೆ. ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳು

ಒಂದುಗೂಡಿ ಹೊರಸೂಸುವ ಬೃಹತ್ ಶಕ್ತಿಗೆ ಕಾರಣವನ್ನು ಮುಂದೆ ತಿಳಿಸಲಾಗುವುದು.

ಈ ವಿಪತ್ಕಾರಿ ಬಾಂಬ್‌ಗಳ ಪ್ರಯೋಗದ ರಾಜಕೀಯ ವಿವಾದಕ್ಕೆ ತೊಡಗುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಇಲ್ಲಿ ಎಡೆ ಇಲ್ಲವಾದರೂ, ನ್ಯಾಯನಿಷ್ಠನಾದ ಯಾವ ಮನುಷ್ಯನೂ ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ಬಹಿಷ್ಕರಿಸದಿರಲಾರ; ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಮ್ಮೆಲೆ ತೊಡೆದುಹಾಕಬೇಕೆಂದು ಸಲಹೆಮಾಡದಿರಲಾರ. ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಅಗಾಧಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರಾದ ಕಾರಣ, ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ವಿನಾಶಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸದೆ ನಾಗರೀಕತೆಯ ಅಭ್ಯುದಯಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಹೊಣೆಗಾರಿಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಸೇರಿದೆ. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಬೆದರಿ ಇತರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೂ ಹೊಟ್ಟೆ ಬಟ್ಟೆ ಕಟ್ಟಿ ಈ ಬಾಂಬ್‌ಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸನ್ನದ್ಧರಾಗುವುದು ಮಾನವ ಸಹಜವಾಗಿ ಕಂಡರೂ, ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸಂಯಮ ತೋರಿ ನಿಜವಾದ ಶಾಂತಿಯನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಭಯದಿಂದ ಸಾಧಿಸಲಾಗದೆಂದರಿತು, ಅನ್ಯೋನ್ಯ ಪ್ರೇಮ ನೆಲಸುವ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ನಿಶ್ಶಸ್ತ್ರೀಕರಣ ಮೊದಲನೆಯ ಹೆಜ್ಜೆ.

ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫, ಹಾಗೂ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಯುದ್ಧೋದ್ದೇಶಗಳಿಗಾಗಿ ತಯಾರಿಸುವ ಬಾಂಬುಗಳ ಸ್ಫೋಟನಕ್ಕೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆ ಮುಖ್ಯಕಾರಣ; ಆದರೆ ಈ ಮೂಲ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತೂಕಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಸ್ಫೋಟನ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತೂಕವನ್ನು "ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನ" (critical mass) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ರ ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನ ಸುಮಾರು ಮೂರುಪೌಂಡುಗಳು; ಇದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಈ ಯುರೇನಿಯಂ ಮುದ್ದೆಯು ತನ್ನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮುಖಾಂತರ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಅದರೊಳಗೆ ಪರಂಪರಾ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ತೂಕ ಹೆಚ್ಚಿ ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನ ಮುಟ್ಟಿದೊಡನೆ ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯಲು ಸಾಕಾಗುವಷ್ಟು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಉಳಿಯುತ್ತವೆ. ಆದಕಾರಣ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ರ ಮುದ್ದೆಗಳಿರುತ್ತವೆ; ಒಂದೊಂದು ಮುದ್ದೆಯೂ ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಕಮ್ಮಿಯಿದ್ದು ಆದರ ಅರ್ಧಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಬಾಂಬ್ ಸಿಡಿಯುವಾಗ ಈ ಎರಡು ಮುದ್ದೆಗಳೂ ವೇಗವಾಗಿ ಸಂಧಿಸಿ, ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಮೀರಿದ ಪ್ರಮಾಣದ ಒಂದೇ ಮುದ್ದೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿದು, ಬಾಂಬ್ ಒಮ್ಮೆಲೇ ಸ್ಫೋಟವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನ ಮೀರಿದ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ರ ಮುದ್ದೆಯನ್ನು ಸಿಡಿಸಲು ಆಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಬಂದೊದಗುವ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಸಾಕು. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಕ್ರಿಯಾಫಲವಾಗಿ ಇಂತಹ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಕೊರತೆ ಇಲ್ಲ. ಆದ ಕಾರಣ ಈ ರೀತಿ ಆಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಬಹುದಾದ ಸ್ಫೋಟನವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫ನ್ನಾಗಲೀ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂನಾಗಲೀ ಅದರದರ ಸಂದಿಗ್ಧ ಜಡಮಾನಕ್ಕೆ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೇ ಶೇಖರಿಸಿಡಬೇಕು.

ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (Nuclear Reactor)

ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಮಾನವನ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿರದ ಪರಂಪರಾ ಕ್ರಿಯೆಯು ಉಪಯುಕ್ತ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಯೋಗ್ಯವಲ್ಲ. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲ ದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಗಾಧವಾದ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನು ಉಪಯುಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಬೇಕಾದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿ ಯಲ್ಲಿಟ್ಟು, ನಿಧಾನವಾಗಿ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು.

ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳಲ್ಲಿ ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿ ಸಿಡಿಯುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು (fissionable atoms), ಅಂದರೆ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು, ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು; ಆದರೆ, ರಾತ್ರಿ ಹಗಲೂ ದುಡಿದು, ಸತತವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡಲು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸರಬರಾಜು ಏಕ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಇರಬೇಕು. ಈ ರೀತಿ ಏಕ ಪ್ರಕಾರವಾಗಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಅಥವಾ ಅಪರೂಪವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ-೨೩೫—ಇವುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಮಿತಿಮೀರಿದ ವೆಚ್ಚವಾಗುವುದು. ಈ ತೊಂದರೆ ನಿವಾರಿಸಲು, ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಯುರೇನಿಯಂನೇ ಹೇರಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, ಅಗತ್ಯವಿದ್ದರೆ ಸಾಕಷ್ಟು ೨೩೫-ಸಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೋ ಅಥವಾ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂನೋ ಅದರೊಂದಿಗೆ ಬೆರಸಿ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವ ಸುಲಭೋಪಾಯವನ್ನು ಹುಡುಕಬೇಕು.

ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು (Slow or Thermal neutrons)

ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಷ್ಟವಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿರುವ U-೨೩೮ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೆಲವೊಂದು ವೇಗದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ವಿರಳವಾದ ೨೩೫ ಯುರೇನಿಯಂ ಬೀಜದ ಸಿಡಿತದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು, ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ೨೩೮-ಯುರೇ ನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಹೀರಲ್ಪಟ್ಟು ನಷ್ಟವಾಗುವ ಸಂಭವವೇ ಜಾಸ್ತಿ.

ಹೀಗೆ ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಇರುವ ಮೇಲಿನ ಪ್ರತಿಬಂಧಕವನ್ನು ಒಂದು ವಿಧದಲ್ಲಿ ನಿವಾರಿಸಬಹುದು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯತ್ನ ಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಮಂದವಾಗಿ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಇವಕ್ಕೆ U-೨೩೮ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ; U-೨೩೫ಬೀಜಗಳನ್ನು ಇಭ್ಭಾಗವಾಗಿ ಸಿಡಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ U-೨೩೫ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸಿಡಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುವುದು ನಮ್ಮ ಪುಣ್ಯ. ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಅವುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸರಿತೂಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು U-೨೩೮ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಬಲ್ಲ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಕಮ್ಮಿ.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀಗೆ ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಅವುಗಳನ್ನು ಹಗುರವಾದ ಬೀಜಗಳೊಂದಿಗೆ ಹಲವು ಭಾರಿ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಸಬೇಕು; ಆದರೆ ಈ ಬೀಜಗಳು ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಸಿಡಿಯಬಾರದು, ಅಲ್ಲದೆ ಅವು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಬಾರದು. ಈ ಉದ್ದೇಶ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು "ವೇಗಮಿತಿಸಾಧಕ" ಅಥವಾ "ಮಂದಕ" (moderator) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳು

ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಸಬೇಕಾದರೆ ವೇಗಮಿತಿಸಾಧಕಕ್ಕೆ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಗುಣಗಳಿರಬೇಕು.

೧. ಅದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಬಾರದು.

೨. ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಲಘುತೂಕ ಉಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರಬೇಕು. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಹೆಚ್ಚು ತೂಕದ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು ಹಿಂತಿರುಗಿದಾಗ, ಗೋಡೆಯಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಚೆಂಡಿನಂತೆ ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವುದಿಲ್ಲ. ತೂಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ತನ್ನಷ್ಟೇ ಇರುವ ಪರಮಾಣುವಿನೊಡನೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಕುಗ್ಗುವುದು.

೩. ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳು ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಹೀಗಿದ್ದರೆ ಘನರೂಪಿಯಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಒಡನೆ ಬೆರಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲಿನ ಎರಡು ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದಲೂ ಹೀಲಿಯಂ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸಾಧಕದಂತೆ ಕಂಡರೂ, ಅನಿಲ ರೂಪಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಸಮರ್ಪಕವಲ್ಲ.

ಈ ಮೂರು ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಧಕಗಳು ಎರಡು—ಘನರೂಪಿಯಾದ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್ ಎಂಬ ಇಂಗಾಲದ ರೂಪಾಂತರ ಮತ್ತು ದ್ರವರೂಪಿಯಾದ ಭಾರವಾದ ನೀರು (D_2O). ಈ ನೀರಿನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕಕ್ಕೆ (H) ಬದಲು ಅದರ ಎರಡರಷ್ಟು ಭಾರವಿರುವ 'ಡಾಯ್‌ಟೇರಿಯಂ' ಎಂಬ ಜಲಜನಕ (D) ಸಕ್ಷೇತ್ರವಿರುವುದು. ಹಿಂದಿನ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ನೈಜವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಹಲಗೆಯ ಮೇಲೆ ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್ ಹಲಗೆಯನ್ನು ಒಂದಾದಮೇಲೊಂದು ಬರುವಂತೆ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿ, ಗ್ರ್ಯಾಫೈಟ್ ಗೋಡೆಗಳಿಂದ ಆವರಿಸಲಾಗಿದ್ದಿತು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ರ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಿರುವ ನೈಜವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಹಲಗೆಗಳನ್ನು ಭಾರವಾದ ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲೂ ಭಾರವಾದ ನೀರು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖದಿಂದ ಆವಿಚಕ್ರವನ್ನು (steam turbine) ಓಡಿಸಿ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕಗಳನ್ನು (generator) ನಡೆಸಬಹುದು.

ತಂಪುಕಾರಿ ದ್ರವ (Cooling fluid)

ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಶಾಖಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕ್ರಿಯಾಸಂಪುಟದ ಮುಖಾಂತರ ಪ್ರವಹಿಸುವ ತಂಪುಕಾರಿ ದ್ರವವು ಹೀರುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ರವವು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಪಟುವಾಗುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಹೊರಗೆ ಹೋಗಗೊಡದೆ ತಿರುತಿರುಗಿ ಕ್ರಿಯಾಸಂಪುಟದಲ್ಲೇ ಪ್ರವಹಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಶಾಖಶಮನಮಾಡುವರು; ಇದನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹರಿಯ ಬಿಟ್ಟರೆ ಒದಗುವ ಅಪಾಯವು ಬಹಳ.

ಭಾರವಾದ ನೀರನ್ನು ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕವಾಗಿಯೂ ಹಾಗೂ ಶಾಖ ಶಾಮಕ ವಾಗಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆಂದೂ ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಈ ದ್ರವ ವಿಶೇಷ ವನ್ನು ಸುತ್ತಿ ಸುತ್ತಿ ಹರಿಯುವಂತೆ ನಿಯೋಜಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಶಾಖವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ನೀರು ಹೀರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಆವಿಯಿಂದ ಆವಿಚಕ್ರವು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ತತ್ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಾರೆ. ಆದಕಾರಣ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ (Atomic power station) ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯು (nuclear reactor) ಕೇವಲ ಕುದಿಕಡಾಯಿಯ (boiler) ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಶಾಮಕ ದ್ರವವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುವ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವೀಕರಿಸಿದ ಸೋಡಿಯಂ–ಪೊಟಾಸಿಯಂ ಮಿಶ್ರಣವೂ, ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವೂ ಮುಖ್ಯವಾದುವು.

ಹತೋಟಿ ಸಲಾಕೆಗಳು (Control Rods)

ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ರಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪರಂಪರಾ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಜನ್ಮತಾಳಿದ

ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳಿಂದ ಮಂದಗಾಮಿಗಳಾಗಿ ಸುಧಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಮಧ್ಯೆ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುವೆಂದು ವಿವರಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಇದು ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಚಯ. ಆದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಬೀಜ ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆಯ ರಭಸವನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿಲ್ಲ.

ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಹಿಡಿತದಲ್ಲಿಟ್ಟು, ತತ್ಫಲವಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಿಡಿತದಲ್ಲಿಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಪ್ರತಿಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೇಲೆ ಹತೋಟಿ ಇಡಬೇಕಾದರೆ, ಕ್ರಿಯಾಸಂಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಏಕರೀತಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ಹತೋಟಿ ಇಡಲೇಬೇಕು. ಈ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧನೆಗೆ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಲೋಹವು ಬಲು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ; ಏಕೆಂದರೆ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಬೀಜಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬಹು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಸೆರೆ ಹಿಡಿಯುತ್ತವೆ. ಆದಕಾರಣ ಬೀಜಕ್ರಿಯಾರಂಗದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಸಲಾಕೆಗಳನ್ನು ಇಟ್ಟು, ಅಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯಾವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಅಥವ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು, ಈ ಸಲಾಕೆಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಸೆಳೆದೋ ಅಥವ ಒಳಗೆ ತಳ್ಳಿಯೋ ಅಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಕ್ರಿಯಾಮಟ್ಟವನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುತ್ತಾರೆ. ಯಾವುದಾದರೂ ಕಾರಣದಿಂದ ಅಲ್ಲಿನ ಕ್ರಿಯೆ ಕೈಮಿಂಚಿ ಅತ್ಯಧಿಕಗೊಂಡರೆ, ಒಡನೆಯೇ ಈ ಕ್ಯಾಡ್ಮಿಯಂ ಸಲಾಕೆಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಒಳನುಗ್ಗಿ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಭಂಗ ತರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳಿಂದ ರಕ್ಷಣೆ

ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಸಜೀವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ಅಪಾಯಕಾರಿ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅನೇಕ ಅಡಿ ದಪ್ಪವಾದ ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ಗೋಡೆಗಳನ್ನು ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಕಟ್ಟಿ ರಕ್ಷಣೆ ಪಡೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ಕಾಂಕ್ರೀಟು ಗೋಡೆಗಳು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದು ನಮ್ಮ ಪುಣ್ಯ ; ಹಾಗೂ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ದಾರಿ ತಪ್ಪಿದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನೂ ಹೊರಬರದಂತೆ ತಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಬೀಜ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು

ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಆಘಾತದಿಂದ ಒಡೆದ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ಬೀಜದಿಂದ ಎರಡು ಸಣ್ಣ ಬೀಜಗಳೂ ಹಾಗೂ ಎರಡು ಮೂರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ತಲೆದೋರುವುವು. ಈ ಎರಡು ಬೀಜಗಳೂ ಸಮ ತೂಕದ್ದಾಗಿರಬೇಕೆಂಬ ನಿಯಮವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಜನ್ಮತಾಳುವ ಎರಡು

ಬೀಜಗಳೂ ಒಂದೇ ವಿಧವಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಒಂದೊಂದು ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎರಡು ಬೀಜಗಳು ತಲೆದೋರಬಹುದು.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಬೀಜಗಳ ಜಡಮಾನ ಸುಮಾರು ೯೦ ಹಾಗೂ ೧೪೦ರ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಎರಡು ಬೀಜಗಳ, ಹಾಗೂ ಹೊರ ಬರುವ ಎರಡು ಮೂರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ಜಡಮಾನವು ೨೩೫ಕ್ಕೆ ಸರಿಹೋಗಲೇ ಬೇಕು. ಅಂತೆಯೇ ಈ ಎರಡು ಹೊಸ ಬೀಜಗಳ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತವು ೯೨ ಆಗಲೇ ಬೇಕು. ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದಂತೆಲ್ಲಾ ಯುರೇನಿಯಂನಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜೊತೆಯಾಗಿ ಮಿಲನ ಹೊಂದುವುವು. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಹಲವಾರು ಹೊಸ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗೆ ಯಾವ ಅಡಚಣೆಯೂ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಗ್ಸೆನಾನ್ ಅನಿಲದ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ($Xe^{೧೩೫}_{೫೪}$) ದಂತಹ ಕೆಲವು ಬೀಜಗಳು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನುಂಗಿ ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆ ಮುಂದುವರಿಯದಂತೆ ಪ್ರತಿಬಂಧಕ ತರುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂ ಫಲಕ ಅಥವಾ ಸರಳುಗಳನ್ನು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಹೊರತೆಗೆದು ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಅನ್ಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಹೊರ ದೂಡಬೇಕು. ಈ ಶ್ರಮಸಾಧ್ಯವಾದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ರಕ್ಷಣಾ ಭಿತ್ತಿಗಳಿಂದ ಹೊರಗೆ ನಿಂತು ದೂರದ ಕೈವಾಡ (distant control) ದಿಂದ ಸಾಧಿಸಬೇಕು; ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಯುರೇನಿಯಂ ಸರಳುಗಳು ಬಹು ಅಪಾಯಕಾರಿ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಬಾಧಕವಾಗಿದ್ದರೂ, ಅವರಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಮಾತ್ರ ಅನುಕೂಲಕಾರಿ. ಬಹು ವೇಗವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಮಂದಗಾಮಿಯ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗವುಳ್ಳ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ರ ಬೀಜವನ್ನು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದಾಗಿ ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕದಲ್ಲಿ ವೇಗಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳಿದ್ದರೂ ಅವಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಬಾರಿ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆಯದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಈ ಕಾರ್ಯಸಾಧನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಕಾರಣ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಬೀಜಗಳೂ ಮಂದಗಾಮಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ರಂತೆ ಇಬ್ಭಾಗವಾಗುವುದರಿಂದ, ಈ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯು ಕ್ರಿಯಾ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ಹಿತಕರವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಕೂಡ ಬೇಕಾಗುವುದರಿಂದ, ಯುರೇನಿಯಂ ಸರಳುಗಳ ಶುದ್ಧೀಕರಣಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ಲುಟೋನಿ

ಯಂನ್ನು ಕೂಡ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವರು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹಿಂದಿನ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರನ್ನು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರಿಕೆಗಾಗಿಯೇ ರಚಿಸಲಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಒಂದು ಟನ್ ಯುರೇನಿಯಂನಿಂದ ಕೇವಲ ಒಂದು ಪೌಂಡು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಉತ್ಪನ್ನ ವಾಗುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಈ ವಸ್ತುವು ಬಾಂಬುಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದ್ದ ಕಾರಣ ಅದನ್ನು ಅಧಿಕ ಶ್ರಮವಹಿಸಿ ತಯಾರಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು.

ವೃದ್ಧಿ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (Breeder Reactor)

ಸ್ಕಾಟ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಬೇರೆ ವಿಧದ ಒಂದು ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಮಂದಗಾಮಿಗಳಾಗಿ ಮಾಡುವ ವೇಗ ಮಿತಿ ಸಾಧಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ಕೇಂದ್ರ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಒಡಗೂಡಿದ ಸಹಜವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ವೇಗವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳಿಂದ ಪರಂಪರಾಕ್ರಿಯೆಯು ಸಾಕಷ್ಟು ರಭಸದಿಂದ ನಡೆಯಲು ಅವಕಾಶವಿದೆ. (ಆದರೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಶುದ್ಧವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ರೊಳಗೆ ಆಗುವಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ನಡೆಯಲಾರದು) ಕೇಂದ್ರಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಹೊರಟ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಸುತ್ತಲಿನ ಸಹಜವಾದ ಯುರೇನಿಯಂ ಆವರಣವನ್ನು ತಲಪುವುವು; ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೮ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುವು. ಹೀಗೆ ಅಲ್ಲಿನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವುದರಿಂದ ಒಳವಲಯದಲ್ಲಿ ಮೊದಲೇ ಇದ್ದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂಗಿಂತ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ವೃದ್ಧಿಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯೆಂದು ಕರೆಯುವರು.

ವಿಕಿರಣಪಟು ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳು (Radioactive Isotopes)

ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳು ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೂ, ಯುದ್ಧದಾಹಿಗಳಿಗೆ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ತಯಾರಿಕೆಗೂ ಅನುಕೂಲವಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬಹು ಉಪಕಾರಿ ಯಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ನೆರವಾಗುತ್ತವೆ.

ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ಓಡಾಡುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮೂಲವಸ್ತು (elements) ಗಳನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಬಂಧನ ದಿಂದ ಈ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ವಿಕಿರಣಪಟುಗಳಾದ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾ ಡಾಗುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೋಡಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ($Na^{೨೩}_{೧೧}$) ವಿಕಿರಣ ಪಟುವಾದ ೨೪ ಜಡಮಾನದ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣುವಾಗುವುದು.

$$Na^{೨೩}_{೧೧} + n^{೧}_{೦} \longrightarrow Na^{೨೪}_{೧೧}$$

ಈ ಬಗೆಯ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣಪಟು ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ಹಲವಾರು ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಜನಗಳಿವೆ. ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ, ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ, ಹಾಗೂ ವೈದ್ಯವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸುವರು. ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಹೊಸ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಂತೆಯೇ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಪ್ರವಾಹಮಾರ್ಗವನ್ನು ಇವುಗಳ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಲೇ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು. ನಿರ್ಜೀವ, ಸಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ತನ್ನ ಇರುವನ್ನು ತಾನೇ ಪ್ರಕಟಿಸಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ಇವಕ್ಕೆ ಇದೆ. ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಪಟು ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅಣುಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಹಚ್ಚಿದ ಅಣುಗಳೆಂದೂ (labelled molecules) ಕರೆಯುವರು. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಿಂದ (cosmic rays) ಜನ್ಮತಾಳುವ ೧೪-ಜಡಮಾನದ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದ ಮೂಲಕ ಸಸ್ಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ದೇಹರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಅವುಗಳ ಜೀವಿತಕಾಲ ಕಳೆದಮೇಲೆ ಕ್ರಮೇಣ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಶಿಸುತ್ತವೆ. ೫-೬ ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳನಂತರ ಈ ಸಕ್ಷೇತ್ರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿದ್ದ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಅರ್ಧವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿದರೆ ಹಿಂದಿನ ಅವಶೇಷಗಳ ಕಾಲ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಪಟುವಾದ ಇಂಗಾಲವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅಣುಗಳು ಸಸ್ಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಭಾಗವಹಿಸುವುವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬಹುದು. ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸಬಲ್ಲ ಗೊಬ್ಬರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೂಳೆಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ರಂಜಕ(phosphorus)ವು ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ; ಮುಚ್ಚಿಹಚ್ಚಿದ ರಂಜಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ರಂಜಕದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಥೈರಾಯಿಡ್ ಎಂಬ ನಿರ್ನಾಳ ಗ್ರಂಥಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಯೊಡಿನ್ (iodine) ಪಾತ್ರವನ್ನೂ ವ್ಯಾಸಂಗ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ; ರಕ್ತೋತ್ಪತ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಪಾತ್ರವನ್ನೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದಿದ್ದಾರೆ. ಅನೇಕ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಪಟುಗಳಾದ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ರಂಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಪಟುವಾದ ಕೋಬಾಲ್ಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು (γ-rays) ವ್ರಣ ಹರಡದಂತೆ ಮಾಡಿ ವ್ರಣಬಾಧೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಗೆ ತರುತ್ತವೆ. ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಈ ಕೃತಕ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಹೇರಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಯಂತ್ರಗಳ ಸವೆತವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲೂ, ದ್ರವ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಗುರ್ತಿಸಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಬೀಜಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪತ್ತಿ ನೆಪದಲ್ಲಿ ಹಸ್ತಗತವಾಗುವ ಕೃತಕ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಪಟುಗಳ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದೆ.

ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (Fusion Reactions)

ಬೀಜ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರೊಂದು ರೀತಿಯಾಗಿಯೂ ಪಡೆಯಬಹುದು; ಇದೇ ಬೀಜಗಳ ಏಕೀಕರಣ ಮಾರ್ಗ. ಎರಡು ಹಗುರವಾದ ಬೀಜಗಳ ಏಕೀಕರಣ ಅಥವಾ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಜಡಮಾನ ಲೋಪವಾಗುವುದೆಂದೂ, ಹೀಗೆ ಲೋಪವಾದ ಜಡಮಾನವು ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪ ತಾಳುವುದೆಂದೂ ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ. ಸೂರ್ಯ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ನಿರಂತರ ಲಭಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರವಾಹವು ಈ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದಲೇ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು. ಜಲಜನಕ ಬೀಜಗಳು ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತಿರುವುದೇ ಈ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲ.

ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನೇರವಾಗಿ ಜರುಗುವುದಿಲ್ಲ; ಅನೇಕ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ೨ ಮತ್ತು ೩ ಜಡಮಾನವುಳ್ಳ ಜಲಜನಕ ಸಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೀಗೆ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ.

$$H^{೧}_{೧} + n^{೧}_{೦} \longrightarrow H^{೨}_{೧}$$

$$H^{೨}_{೧} + H^{೨}_{೧} \longrightarrow H^{೩}_{೧} + H^{೧}_{೧}$$

$$H^{೨}_{೧} + H^{೩}_{೧} \longrightarrow He^{೪}_{೨} + n^{೧}_{೦}$$

ಈ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಆಗುತ್ತದೆ. ಯಾವ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ಲಕ್ಷ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಡಿಗ್ರಿ ತಾಪ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಕೆಳಗೆ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಲಘು ಬೀಜಗಳು ಏಕೀಕರಣವಾಗುವಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ಬರಲು ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಗಾಧವಾದ ವೇಗ ಬೇಕು; ಈ ವೇಗೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ತಾಪಾಧಿಕ್ಯವು ಅತ್ಯಗತ್ಯ.

ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬ್ (Hydrogen Bomb)

ಮಾನವ ಸಾಧಿತ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆ ಎಂದರೆ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬ್ ಏಕೈಕ ನಿದರ್ಶನ. ಈ ಮಾರಕ ಶಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಯುರೇನಿಯಂ–೨೩೫ ಅಥವಾ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಒಳಗೊಂಡ ವಿದಳನಕ್ರಿಯಾ ಬಾಂಬ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ಜಲಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಪದರವಿರುತ್ತದೆ. ವಿದಳನಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಬಾಂಬ್ ಸಿಡಿದಾಗ ತತ್ಸಂಬಂಧವಾಗಿ ಅಧಿಕ ತಾಪೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಇದರಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಜಲಜನಕ ಬೀಜಗಳೊಂದಿಗೆ ಏಕೀಕರಣವಾಗುವ ವೇಗವನ್ನೂ ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಅತ್ಯುನ್ನತ ತಾಪ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ತಪ್ತ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆ (Thermo-nuclear reaction) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು.

ವಿದಳನ ಬಾಂಬ್‌ಗಳ ಗಾತ್ರವು, ಸಂದಿಗ್ಧಜಡಮಾನದ ಕಾರಣ, ಒಂದು ಮಿತಿಯೊಳಗೆ ಇರಬೇಕೆಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕಕ್ಕೆ ಯಾವ ಮಿತಿಯೂ ಇಲ್ಲ; ಆದಕಾರಣ ಎಷ್ಟು ವಸ್ತುವನ್ನಾದರೂ ಹಾಕಿ, ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾಗುವಂತೆ ಮಾಡ ಬಹುದು. ಹಿರೋಷಿಮಾ ನಗರದ ಮೇಲೆ ಎಸೆದ ವಿದಳನ ಬಾಂಬ್ ೨೦,೦೦೦ ಟನ್ TNTಗೆ ಸಮವಾಗಿತ್ತೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿರುವ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬ್‌ನ ಶಕ್ತಿ **ಎರಡು ಕೋಟಿ TNT**ಗೆ ಸಮವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ; ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸೋವಿಯಟ್ ಒಕ್ಕೂಟದಲ್ಲಿ ಐದು ಕೋಟಿ TNTಗೆ ಸಮ ಮಾರಕ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬ್ ಒಂದನ್ನು ಈಗಾಗಲೇ ಸ್ಫೋಟಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ತಪ್ತ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ತಪ್ತ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಹವಣಿಸಲು ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲಾ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಈಗ ಪ್ರಯತ್ನಪಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಗಿಂತಲೂ ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸೌಲಭ್ಯ ಉಂಟು. ಪ್ರಕೃತಿ ಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿಗಿಂತ, ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಜಲಜನಕವು ಬಹು ಹೇರಳವಾಗಿ ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಸಾಗರಗಳಲ್ಲಿ ಅಮಿತವಾಗಿ ದೊರಕುವ ನೀರಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲೂ ಎರಡು ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ! ಕೋಟ್ಯಂತರ ಡಿಗ್ರಿ ತಾಪಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸಲು ಸೂಕ್ತವಾದ ಧಾರಕ–ಪಾತ್ರೆಯೇ ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಸಮಸ್ಯೆ ಯಾಗಿದೆ. ಆದರೂ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಸೂಕ್ತ ಪರಿಹಾರ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ಸತತ ವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ತಪ್ತ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸಲು ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ, ZETA ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಪ್ರಯೋಗ ಪ್ರಪ್ರಥಮದ್ದಾಗಿದೆ. ZETA ಎಂದರೆ Zero Energy Thermonuclear Assembly (ಶೂನ್ಯ ಶಕ್ತಿ ತಪ್ತ ಬೀಜ ಜೋಡಣೆ). ಈ ಸಲಕರಣೆಯ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ ವಾದ ಬೃಹತ್ ಬಳೆಯಾಕಾರದ ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ, ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣವಿದ್ದು, ಅದು ಅಗಾಧವಾದ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡದ ಕಂಪನಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲ ಗುರಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಂಪನದಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಲ್ಲಾ ಹೊರಬಿದ್ದು, ತತ್ಕಾರಣ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ (Plasma) ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಅನಿಲದ ತಾಪವು ಲಕ್ಷಾಂತರ ಡಿಗ್ರಿ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಕಿಂಚಿತ್ಕಾಲ ಏರುತ್ತದೆ.

ಈ ಸಲಕರಣೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ತಾಪದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಗಾಜಿನ ಗೋಡೆ ಯಿಂದ ದೂರವಿರುವಂತೆ ಪ್ರಕೃತಿಯೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಹಕರಿಸುತ್ತದೆ. ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿನ

ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ತಪ್ತ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಅನಿಲವು ನಳಿಗೆಯ ಕೇಂದ್ರ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಸಂಕುಚಿತವಾಗುವಂತೆ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾವು ಸಂಕುಚಿತವಾಗುವುದನ್ನು "ಇಕ್ಕಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮ" (Pinch Effect) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಸಂಕುಚಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಸ್ಥಿತಿಯು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ನಿಲ್ಲದಿರುವ ಕಾರಣ, ಬೇರೆ ಸಹಾಯಕ ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಎಳೆಯನ್ನು ಹರಡದಂತೆ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ತಪ್ತ ಬೀಜಗಳ ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಮಾತ್ರ ಈ ಮಾರ್ಗಗಳಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಸಮ್ಮಿಳನ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪೋಷಕವಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಾಣ ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ZETA ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದೆ.

ತಪ್ತ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಹತ್ತಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ತಲೆ ಹಾಕಿವೆ. ಆದರೂ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಜಯಪ್ರದವಾಗಿ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಪರಿಹಾರವಾಗುವುದೆಂಬ ಆಶೆಯಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಆವಿ ಕಡಾಯಿ, ಆವಿಚಕ್ರ, ಹಾಗೂ ವಿದ್ಯುಜ್ಜನಕಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯು ಈ ಮಾರ್ಗದಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಈ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಜಯಪ್ರದವಾದ ಯಾವ ಸಂಶೋಧನೆಯೂ ನಡೆದಿಲ್ಲವಾದರೂ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಶಕ್ತಿಯುತ್ಪಾದನೆ ಆಗುತ್ತಿರುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಮಾನವನು ಅನುಕರಿಸುವ ಆಶೆ ಇದೆ. ಇದರಿಂದ ಮಾನವನ ಅಭ್ಯುದಯಕ್ಕೆ ಅಗ್ಗವಾಗಿ ಮಹತ್ ಶಕ್ತಿ ಹಸ್ತಗತವಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ.

ನಿಸ್ಸಂಶಯವಾಗಿ ಮಾನವನ ನಾಗರೀಕತೆಯ ಅಮಿತ ಮುನ್ನಡೆಯು ತಪ್ತ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತನ್ನ ವಶಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಅವನ ಜಾಣತನದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಈ ಒಂದು ಮಹತ್ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮಾನವನು ತನ್ನ ಜೀವನದ ಸುಖ ಸೌಲಭ್ಯಗಳಿಗೆ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವನೋ ಅಥವಾ ಜಲಜನಕ ಬಾಂಬುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಯಾದವೀ ಕಲಹದಲ್ಲಿ ಮಗ್ನನಾಗಿ ತಾನೇ ನಿರ್ನಾಮವಾಗುವನೋ ಕಾದು ನೋಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಆದಕಾರಣ

"ಸಬಕೋ ಸನ್ಮತಿ ದೇ ಭಗವಾನ್"

ಎಂದು ಪರಮಾತ್ಮನಲ್ಲಿ ಮೊರೆಯಿಡೋಣ.

ಡಾ॥ ಬಿ. ಸಂಜೀವಯ್ಯ

ಮೂಲಕಣಗಳು

ಪೀಠಿಕೆ

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಸ್ತುಗಳ ವೈವಿಧ್ಯವು ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಮಾನವನ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳೆಂಬ ಮೂರು ಸ್ಥಿತಿಗಳಿವೆ. ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅದು ಅನಿಲವಾಗುವುದು. ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತಿರುವ ನಿದರ್ಶನವೆಂದರೆ ನೀರು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ, ನೀರು ಮತ್ತು ಆವಿ–ಇವು ನೀರಿನ ಸ್ಥಿತಿತ್ರಯಗಳು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದರೆ ನೀರಾಗುವುದು; ನೀರನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಆವಿಯಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ನಾವು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲ ರಚನೆಯನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಬೆಳಕು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ? ರೇಡಿಯೋಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರೇಡಿಯೋ ಕೊಳವೆಗಳು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆ? X–ಕಿರಣಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ? ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ? ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಾಂಬಿನ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಅಗಾಧವಾದ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುವುದು ಹೇಗೆ? ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಸಮಂಜಸವಾದ ಉತ್ತರವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು. ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಹೇಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿದ್ದಾರೆಂಬುದನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು.

ಅಣು, ಪರಮಾಣು

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಯಾವುವು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಚರ್ಚೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಗ್ರೀಕ್

ತತ್ವಜ್ಞರು ಪೃಥ್ವಿ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್ ಮತ್ತು ವಾಯು-ಇವು ನಾಲ್ಕು ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳೆಂದೂ, ಈ ಚತುರ್ಭೂತಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ಇತರ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿವೆಯೆಂದೂ ವಾದಿಸಿದರು. ಈ ವಾದವು ಮಧ್ಯ ಯುಗದ ಲೋಹ ಪರಿವರ್ತಕರ ಕನಸಿಗೆ ಆಧಾರವಾಯಿತು.

ಹದಿನೇಳನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಐರ್ಲೆಂಡಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಬಾಯ್ಲ್ ಎಂಬುವನು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆಮಾಡಲು ಹೊಸ ದಾರಿಯನ್ನು ತೋರಿಸಿ ಕೊಟ್ಟನು. ಆತನು "ಮೂಲವಸ್ತು" ಎಂಬ ಪದಕ್ಕೆ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾದ ಲಕ್ಷಣ ವನ್ನು ತಿಳಿಸಿದನು. ನಾವು ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಾದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾರೆವೋ, ಅದನ್ನು ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬೇಕು. ಅಂದರೆ, ಇದುವರೆಗೆ ವಿಭಜನೆ ಮಾಡಲು ಅಸಾಧ್ಯ ವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೆಂದು ಕರೆಯಬೇಕು. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ವಿಭಜಿಸಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಮೂಲವಸ್ತುವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬಿಡಬೇಕು. ಮತ್ತು, ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇಷ್ಟೇ ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ಯಾರದೋ ಮಾತಿನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ಯಾಗಿ ಯಾವ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೂ ಬರಲಾಗದು—ಇದು ಬಾಯ್ಲ್ ಹಾಕಿ ಕೊಟ್ಟ ಸೂತ್ರ. ಬಾಯ್ಲ್‌ನ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಆಚರಣೆಗೆ ತಂದು, ನಿಜವಾದ ಮೂಲವಸ್ತು ಗಳನೇಕವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿಕೊಟ್ಟವನು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಲವಾಸಿಯೇ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಇವನ ತರುವಾಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಒಂದೊಂದನ್ನಾಗಿ ಬಯಲಿಗೆಳೆದರು. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ೯೨ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿವೆಯೆಂಬುದು ಈಗ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ.[1]

ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಭಾಗ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಕನಿಷ್ಠ ಭಾಗವಾದ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಕಣ ದೊರಕುವುದೆಂದೂ, ಆ ಕಣವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಭಾಗಮಾಡಲು ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದೂ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಮೊದಲಾದ ತಾತ್ವಿಕರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಡೆಮಾಕ್ರಿಟಿಸನು ಅಂತಹ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣವನ್ನು ಪರಮಾಣು (atom) ಎಂದು ಕರೆದನು. ಪರಮಾಣುಗಳ ಸ್ವರೂಪ, ಗುಣಲಕ್ಷಣ, ಮುಂತಾದ ವಿಷಯವಾಗಿಯೂ, ಅವುಗಳಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ರಚಿತವಾಗಿರುವ ವಿಷಯ ವಾಗಿಯೂ, ಡೆಮಾಕ್ರಿಟಸ್ ಮೊದಲಾದ ಗ್ರೀಕ್ ತಾತ್ವಿಕರು ಯೋಚಿಸಿ ಅನೇಕ ವಿವರವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದರೂ, ಪರಮಾಣುವಾದವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದತ್ತವಾದ ಅಂಶ ಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿದವನು ಜಾನ್ ಡಾಲ್ಟನ್. ಈತನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವಸ್ತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಿಂದ

[1] ಈಚಿಗೆ ಕೃತಕವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೦೪ ಆಗುತ್ತದೆ.

ರಚಿತವಾಗಿವೆ. ಪರಮಾಣು ಅಭೇದ್ಯವಾದುದು. ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ತೂಕ, ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳ ತೂಕ, ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಆಕಾರಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ, ಮತ್ತು ಕ್ಲುಪ್ತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇರಿ, ಸಂಯುಕ್ತಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ವಾದದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಕೆಲವು ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಅವೊಗ್ಯಾಡ್ರೊ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅದಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ತಿದ್ದುಪಡಿಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಹಾಗೆ ಮಾರ್ಪಾಟಾದ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವನ್ನೇ ಆಗಲಿ, ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವನ್ನೇ ಆಗಲಿ, ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಭಾಗಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ನಮಗೆ ದೊರಕುವ ಕನಿಷ್ಠವಾದ ಕಣ ಅಣು, ಪರಮಾಣುವಲ್ಲ. ಅಣುಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿನಾ ಇತರ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಅಣು ವಿಭಾಗವಾಗಿ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉಪಯೋಗವಾಗುವುವು. ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಅಣು ವಿಭಾಗ ವಾದಾಗ ದೊರೆಯುವುದು, ಬರೀ ಆ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು. ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣು ವಿಭಾಗವಾದಾಗ ದೊರೆಯುವುದು, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು. ಆದುದರಿಂದ "ಪರಮಾಣು" ಶಬ್ದವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದೇ ಹೊರತು, ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳಿಗಲ್ಲ. ಅಣು ಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು; ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತು ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು.

ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕ, ಗಾತ್ರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಹಜವಾಗಿ ಕುತೂಹಲವಿರುತ್ತದೆ. ಅವು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ತೂಕಮಾಡುವುದು ಆಗದ ಮಾತು. ವಸ್ತುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳಿಗಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ಹದಿನಾರು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ[2], ಅದರ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಇತರ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪದ್ಧತಿಯ ಪ್ರಕಾರ, ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ೧.೦೦೮; ಗಂಧಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕ ೩.೨, ಇತ್ಯಾದಿ.

---

[2] ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವನ್ನು ಹನ್ನೆರಡು ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ಒಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕಗಳನ್ನು ಕೂಡಿದರೆ ಅಣುವಿನ ತೂಕ ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ನೀರಿನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳೂ, ಒಂದು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೂ ಇರುವುದರಿಂದ, ನೀರಿನ ಅಣು ತೂಕ ೧೮.೦೧೬.

ಇನ್ನು ಅಣು, ಪರಮಾಣುಗಳ ಗಾತ್ರದ ವಿಷಯ. ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಅಣು ತೂಕ ಎಷ್ಟೋ, ಅಷ್ಟು ಗ್ರಾಂ ಆ ವಸ್ತುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೬.೦೬×೧೦^{೨೩}. ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿವೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದಾದರೆ, ಅಷ್ಟು ತೂಕ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಅಣುವಿನ ಗಾತ್ರವೆಷ್ಟು ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಅಣುಗಳು ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿವೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿ, ಪ್ರತಿ ಅಣುವಿನ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಅಣುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೮}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು[3]. ಪ್ರತಿಮಾನವನೂ ಅಣುವಿನ ಗಾತ್ರವಾದರೆ, ಪ್ರಪಂಚದ ಜನರನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದು ಸಾಸಿವೆ ಕಾಳಿನಷ್ಟು ಗಾತ್ರ ಇರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಇಡಬಹುದು! ಅಣುವು ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ಕಣವೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವು ಅಣುವಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಕಣ.

ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯು ಕರಗಿ ನೀರಾಗಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಕುದಿದು ಆವಿಯಾಗುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಈಗ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಲ್ಲಿನ ಅಣುಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಸಾಲುಸಾಲಾಗಿ ನಿಂತುಕೊಂಡು, ನಿಂತಲ್ಲಿಯೇ ಅದಿರಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಹೊರಗಿನಿಂದ ಶಾಖ ಬಡಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲ ಅಣುಗಳ ಅದಿರಾಟ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಸೊನ್ನೆ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡಿನಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಸಡಿಲಿಸಿಕೊಂಡು ಹರಿದಾಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುವು. ಸೊನ್ನೆ ಡಿಗ್ರಿಯಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣದ ಮಟ್ಟವು ಏರಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅಣುಗಳ ಹರಿದಾಟದ ವೇಗವೂ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ನೀರಿನ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮಿ ಆವಿಯನ್ನು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಉಷ್ಣದ

---

3 ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನೀರನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇದರ ಅಣು ತೂಕ ೧೮.೦೧೬. ಆದುದರಿಂದ ೧೮.೦೧೬ ಗ್ರಾಂ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ೬.೦೬×೧೦^{೨೩} ಅಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ನೀರಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಘ.ಸೆಮೀ.ಗೆ ೧ ಗ್ರಾಂ ಆದುದರಿಂದ ಅಷ್ಟು ನೀರಿನ ಗಾತ್ರ ೧೮.೦೧೬ ಘ.ಸೆಮೀ. ಆಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಅಣುವಿನ ಗಾತ್ರ $\frac{೧೮.೦೧೬}{೬.೬೦\times೧೦^{೨೩}} = ೨.೯೭೩\times೧೦^{-೨೨}$ ಘ.ಸೆಮೀ. ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಣು ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದಾದರೆ ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯ ೧.೯೨×೧೦^{-೮} ಸೆಮೀ. ಇರಬೇಕು.

ಮಟ್ಟವು ೧೦೦ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಆದಾಗ ಅಣುಗಳು ತಮ ತಮಗಿದ್ದ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ತೊರೆದು, ದೂರ ದೂರವಾಗಿ, ದಿಕ್ಕಾಪಾಲಾಗಿ ಹಾರಾಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುವು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಉಷ್ಣದ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅಣುಗಳ ವೇಗವೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳಿವು—ವಸ್ತುವಿನ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಣುವಿಗೂ ಇನ್ನೊಂದು ಅಣುವಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಬಲವು ಇತರ ಎರಡು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನದು. ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಈ ಬಲವು ಕಮ್ಮಿಯಾಗು ವುದು. ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿ ಈ ಬಲವು ಗಣನೆಗೇ ಬರದೆ ಅಣುಗಳು ಸ್ವೇಚ್ಛಾವರ್ತಿ ಯಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ೯೨ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆವಷ್ಟೆ; ಅಂದರೆ ೯೨ ವಿವಿಧ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳಿದ ಹಾಗಾಯಿತು. ೧೮೬೯ ರಲ್ಲಿ ಮೆಂಡಲೀಫ್‌ನು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅವುಗಳನ್ನು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಇದೇ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿ.[4] ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದು ನಿಯಮ ವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಮೂಲವಸ್ತುವೇ ಆಗಲಿ, ಅದರ ಪರಮಾಣುತೂಕಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಲುಪ್ತ ಸ್ಥಾನವನ್ನೇ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು; ಆ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೇ ಪಡೆದಿರಬೇಕು. ಅಂದಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕಣಗಳೆಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಏನೋ ಒಂದು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವಿರಬೇಕು. ಅದೇನಿರಬಹುದು.?

ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆ

ಡಾಲ್ಟನ್ನನ ಪರಮಾಣು ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪನೆ ಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಪರಮಾಣು ಅಭೇದ್ಯವೆಂಬ ಅಂಶ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣುತೂಕಗಳನ್ನು ನಿಖರವಾಗಿ ಗೊತ್ತುಮಾಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ದಾಗಿನಿಂದಲೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಶಂಕೆ ಇತ್ತು. ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣು ತೂಕಕ್ಕೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣು ತೂಕಕ್ಕೂ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕಂಡು ಬರುವಂತಹ ಅನೇಕ ನಿದರ್ಶನಗಳಿವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು

[4] ಇದನ್ನು ಕುರಿತ ಒಂದು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಲೇಖನ ಈ ಸಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿದೆ (ಪುಟ ೨೪೯).

ತೂಕಗಳಿಗಿರುವ ಅಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಕಾರಣವಿರಲಾರದೆಂದು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ರಚನೆಯಿರಬೇಕೆಂದೂ, ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಗಳಿಗಿರಬಹುದಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇ ಕಾರಣವಿರಬೇಕೆಂದೂ ಅನೇಕರಿಗೆ ಶಂಕೆಯಿತ್ತು.

ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಎರಡು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಖಚಿತವಾಯಿತು. "ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್" ಎಂಬ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದದ್ದು ಮೊದಲನೆಯದು. ಎರಡನೆಯದು, ಯುರೇನಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಹೊರಗಿನ ಯಾವ ಪ್ರೇರಣೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಒಂದು ತರಹ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರ ಚಿಮ್ಮುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದದ್ದು. ವಸ್ತುಗಳ ಈ ವಿಶೇಷ ಗುಣಕ್ಕೆ "ಸ್ವಯಂಪ್ರಭೆ" ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾದ ಕಣವೆಂದರೆ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು. ಆದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ತೂಕ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೮೪೦ನೇ ಒಂದು ಭಾಗ. ಇದರ ತೂಕವು ೯.೧೧×೧೦^{-೨೮} ಗ್ರಾಂ. ಎಂದು ಗೊತ್ತುಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಮೊತ್ತವು $e = ೪.೮೦ \times ೧೦^{-೧೦}$ e. s. u. ಥಾಮ್ಸನ್ನನು ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಇರಬೇಕೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದನು.

ಸ್ವಯಂ ಪ್ರಭೆಯ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಆಲ್ಫ–ಕಿರಣ, ಬೀಟ–ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮ–ಕಿರಣಗಳೆಂಬ ಮೂರು ಬಗೆಯ ಕಿರಣಗಳಿವೆಯೆಂದು ಮೇಡಮ್ ಕ್ಯೂರಿಯವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಆಲ್ಫ–ಕಿರಣಗಳು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು (ವಿದ್ಯುದಂಶದ ಮೊತ್ತ ೨e) ಹೊಂದಿರುವ ಕಣಗಳೆಂದೂ, ಅವುಗಳ ತೂಕವು ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳ ತೂಕದಷ್ಟು ಎಂದೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಬೀಟ–ಕಿರಣಗಳು ಕೇವಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಗ್ಯಾಮ–ಕಿರಣಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳಂತೆಯೇ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಅಲೆಗಳು. ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು, ಶಾಖದ ಕಿರಣ, ಅತಿ ನೀಲ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಎಕ್ಸ್–ಕಿರಣಗಳೂ ಇಂತಹ ಅಲೆಗಳೇ. ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ವಿಧದ ಅಲೆಗಳೂ ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ವೇಗದಲ್ಲಿ (ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩×೧೦^{೧೦} ಸೆಂಟಿಮೀಟರುಗಳು) ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವಿವಿಧ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೂ

ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಅವುಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ವೇಗವನ್ನು c ಎಂದು ಕರೆದು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ವಿಧದ ತರಂಗಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರವನ್ನು λ ಎಂದು ಕರೆದರೆ $\frac{c}{\lambda}$ ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆ ν ಯನ್ನು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ತರಂಗ ಅಂತರ ಕಡಮೆ ಯಾದಷ್ಟೂ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಷ್ಟೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ರಶ್ಮಿಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರಗಳ ಅನುಕ್ರಮವನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಸುಮಾರು ೦.೦೦೦ ೦೦೦ ೦೦೦ ೦೦೦ ೧ ಮೀಟರಿನಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸಾವಿರಾರು ಮೀಟರಿನವರೆಗೆ

$\longrightarrow \lambda$

ಗ್ಯಾಮ– ಕಿರಣ	ಎಕ್ಸ್– ಕಿರಣ	ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣ	ಬೆಳಕು	ಶಾಖದ– ಕಿರಣ	ಸೂಕ್ಷ್ಮ– ಕಿರಣ	ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು

$\longleftarrow \nu$

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗ ಅಂತರಗಳಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಅಲೆಗಳು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿವೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ತರಂಗ ಅಂತರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ (Å) ಎಂಬ ಒಂದು ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ (Å=೦.೦೦೦೦೦೦೦೧ ಸೆಂಟಿ ಮೀಟರು). ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿನ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರ ಸುಮಾರು ೪೦೦೦–೭೦೦೦ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗಳು. ಸ್ವಯಂಪ್ರಭೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಬರುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರ ಸುಮಾರು ೦.೦೬ ರಿಂದ ೧.೪Å.

೧೯೦೦ರಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಂಕನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದ ಮತ್ತು ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್ ವಾದಗಳ ಪ್ರಕಾರ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ "ಶಕ್ತಿಯ ಕ್ವಾಂಟಂ" ಅಥವಾ "ಫೋಟಾನ್" ಗಳಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆ. ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯು $E=h\nu$ (ಪ್ಲಾಂಕನ ಸ್ಥಿರಾಂಕ $h=೬.೬೨\times೧೦^{-೨೭}$ ಅರ್ಗ್ ಸೆಕೆಂಡು. ಅರ್ಗ್ ಶಕ್ತಿಯ ಅಳತೆಯ ಏಕಮಾನ, ν=ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ). ಫೋಟಾನ್ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ವಿಶ್ರಾಂತಿಯೆಂಬುದೇ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ! ನಾವು ನೋಡುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಾನು ಕೋಟಿ ಫೋಟಾನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಹಾಗೆ ಇರುವ ಫೋಟಾನುಗಳ ಶಕ್ತಿ $E=h\nu$. ಅಂದರೆ

ನೇರಳೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ, ಹೆಚ್ಚು.[5]

ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು. ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಪರಿಚಯವಿದ್ದ ಇಂತಹ ಕಣಗಳೆಂದರೆ ಬೀಟ ಮತ್ತು ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು. ಈ ಕಣಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಹೇಗೆ ವರ್ತಿಸುವುವೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ನಮಗೆ ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೀಟ ಕಣಗಳನ್ನು ಒಂದು ಲೋಹದ ತಗಡಿಗೆ ಬಂದು ಹೊಡೆಯುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಕಣಗಳು ತಗಡಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವುವು. ಉಳಿದ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಕಣಗಳು ದಿಕ್ಕಾಪಾಲಾಗಿ ಚೆದರಿ ಹೋಗುವುವು. ಲೋಹದ ತಗಡು ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ದೊಡ್ಡ ಅಡ್ಡಿಯಾಗಿ ಕಂಡರೂ, ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಬೀಟ ಕಣಗಳಿಗೆ ಅದರಿಂದ ಏನೂ ಅಡಚಣೆಯುಂಟಾಗಲಾರದು. ಬೀಟ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಹಾದು ಹೋಗದೆ ಏಕೆ ಚೆದರುವುವೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ–ತಗಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿವೆ. ಬೀಟ ಕಣಗಳು ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸಂಧಿಸಿದಾಗ, ಎರಡರ ಮೇಲೆಯೂ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವೇ ಇರುವುದರಿಂದ ವಿಕರ್ಷಣೆಯುಂಟಾಗಿ ಬೀಟ ಕಣಗಳು ಚೆದರುವುವು. ಬೀಟ ಕಣಗಳು ಯಾವ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಚೆದರುವುವೆಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ತಗಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ತಗಡಿನಲ್ಲಿರುವ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣು ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸರಾಸರಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಅದರ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಟ್ಟು ತೂಕದಲ್ಲಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ತೂಕ ಗಣನೆಗೇ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದಮೇಲೆ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಕಾರಣಭೂತವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಇನ್ನೇನೋ ಅಡಗಿರಬೇಕು. ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೊರಗಡೆಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ

---

5 ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಲು "ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್" (ev) ಎಂಬ ಏಕಮಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ವೋಲ್ಟ್ ಪ್ರಚ್ಛನ್ನಾಂತರದ ಮೂಲಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಅದು ಪಡೆಯುವ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ೧ ev = ೧.೬ × $೧೦^{-೧೨}$ ಅರ್ಗ್. ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದು ಕಿಲೋ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್, Kev = ೧೦೦೦ ev ; ಒಂದು ಮಿಲಿಯನ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್, Mev = ೧೦೦೦೦೦೦ ev = $೧೦^{೬}$ ev ; ಒಂದು ಬಿಲಿಯನ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೋಲ್ಟ್, Bev = ೧೦೦೦ Mev = $೧೦^{೯}$ ev ; ಎಂಬ ಮಾನಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಅದರ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವೇನೂ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ಅದರೊಳಗೆ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಹಲವಾರು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುವು. ಅಂದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಋಣವಿದ್ಯುದಂಶವು ನಿಷ್ಪರಿಣಾಮವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇನ್ನೆಲ್ಲಿಯೋ ಸಾಕಷ್ಟು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿರಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ, ತೂಕವಾದ ಮತ್ತು ಧನವಿದ್ಯುದಂಶ ವುಳ್ಳ ಭಾಗವಿರಬೇಕೆಂದು ನಾವು ಊಹಿಸಬಹುದು.

ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನವು ಮುಂದುವರಿಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡಿದ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂಶೋಧನೆಯೆಂದರೆ ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ಲಾರ್ಡ್ ರುದರ್ಫರ್ಡ್ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ಆಗ ಉಂಟಾಗುವ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದುದು. ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹದ ಅತ್ಯಧಿಕ ಭಾಗವು ತಗಡಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗಿ ಬಿಡುವುದು. ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವು ತನ್ನ ಪಥದಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಓರೆಯಾಗುವುದು. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಭಾಗವು ತಗಡನ್ನು ಸಂಧಿಸಿ ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟುವುದು. ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಈ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ರುದರ್ಫರ್ಡನು ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಆತನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಳಗಡೆ ಮಧ್ಯ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ "ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್" ಎಂಬ ಕಣವಿದೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವೆಲ್ಲವೂ ಬಹು ಮಟ್ಟಿಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ನೆಲಸಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಒದಗುವ ಒಟ್ಟು ಋಣ ವಿದ್ಯುದಂಶವೂ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವೂ ಸಮವಾಗಿರು ವುದರಿಂದ, ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು; ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಮೀರಿ ದೂರದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವಂತೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ಗ್ರಹಗಳ ಹಾಗೆ ಸದಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ವೇಗವಾಗಿ ತಿರುಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ರುದರ್ಫರ್ಡನ ಪರಮಾಣುವಿನ ಚಿತ್ರ ಕೇವಲ ಸ್ಥೂಲವಾದದ್ದು. ಯಾವ ಯಾವ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವೆಷ್ಟಿದೆ? ಆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಷ್ಟು? ಅವು ಒಂದೇ ಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವುವೇ, ಅಥವಾ ಗ್ರಹಗಳಿಗಿದ್ದಂತೆ ಅವುಗಳಿಗೂ ಕ್ಲುಪ್ತವಾದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳಿವೆಯೇ? ಮುಂತಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ರುದರ್ಫರ್ಡ್‌ನ ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆಯು ಉತ್ತರವನ್ನು ನೀಡಲಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಪಟ್ಟಿಕೆಯ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ೧೯೧೩ರಲ್ಲಿ ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರನು ಮಂಡಿಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿತು. ಅದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ವಿಶದವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.

ಸೂರ್ಯನು ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಾನೆಂದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತು. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಏಳು ಬಣ್ಣಗಳು ಕಾಣುತ್ತವೆಯೆಂದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಮಳೆಹನಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದಾಗ, ಇದೇ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕಾಮನಬಿಲ್ಲು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳ ಸಮೂಹವನ್ನು ರಶ್ಮೀಪಟ್ಟಿಕೆ ಅಥವಾ ವರ್ಣಪಟಲ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ರಶ್ಮೀಪಟ್ಟಿಕೆಯ ಸ್ವರೂಪವು ಬೆಳಕಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಸ್ಥಾನವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆಯೇ? ಅಥವಾ ಹಾದು ಹೋಗುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಗುಣವಿಶೇಷವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆಯೇ? ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಏಳುತ್ತವೆ. ಗಾಜಿನ ಆಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳು ಹಾದು ಹೋದಾಗ ಬರುವ ರಶ್ಮೀಪಟ್ಟಿಕೆ ಮತ್ತು ಕಾಮನಬಿಲ್ಲುಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಬಣ್ಣಗಳು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರಲಾರವು ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು; ಅವು ಬೆಳಕಿನ ಆಕರದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರಬೇಕೆಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು: ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪದಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಶ್ರಗದ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಬೇರೆ ವಿಧವಾದ ರಶ್ಮೀಪಟ್ಟಿಕೆಯು ಬರುತ್ತದೆ. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅನಿಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜ್ವಾಲೆಗೆ ಹಿಡಿದು ಪ್ರಜ್ವಲಗೊಳಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮೀಪಟ್ಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಒಂದು ವೈಚಿತ್ರ್ಯವು ಕಾಣುವುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಹಜವಾದ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವುದು. ಈ ಕಿರಣಗಳು ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಕ್ಲುಪ್ತ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನಾಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಮೂಲವಸ್ತು ಯಾವುದೆಂದು ಹೇಳಿಬಿಡಬಹುದು. ಲಾರ್ಡ್ ರುದರ್ಫರ್ಡ್ ಮಂಡಿಸಿದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ೧೯೧೩ರಲ್ಲಿ ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು, ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕೆಲವೇ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲು ಕಾರಣವೇನೆಂಬ ಬಗ್ಗೆ, ಒಂದು ವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು.

ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಿರುಗುತ್ತಿರುವುವೆಂಬ ರುದರ್ಫರ್ಡನ ಭಾವನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ನ್ಯೂನತೆ ಇದೆ. ಆಗ ಪ್ರಚಲಿತವಾಗಿದ್ದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಣ ಯಾವುದಾದರೂ ಆಕರ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅದರಿಂದ ಕಿರಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಹೊರಬೀಳಬೇಕು. ಆದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಹಾಗೆ ಕಿರಣಗಳು ಹೊರಡುತ್ತಿರುವುದು ಎಲ್ಲೂ ಕಾಣ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರನು ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಕೆಲವು

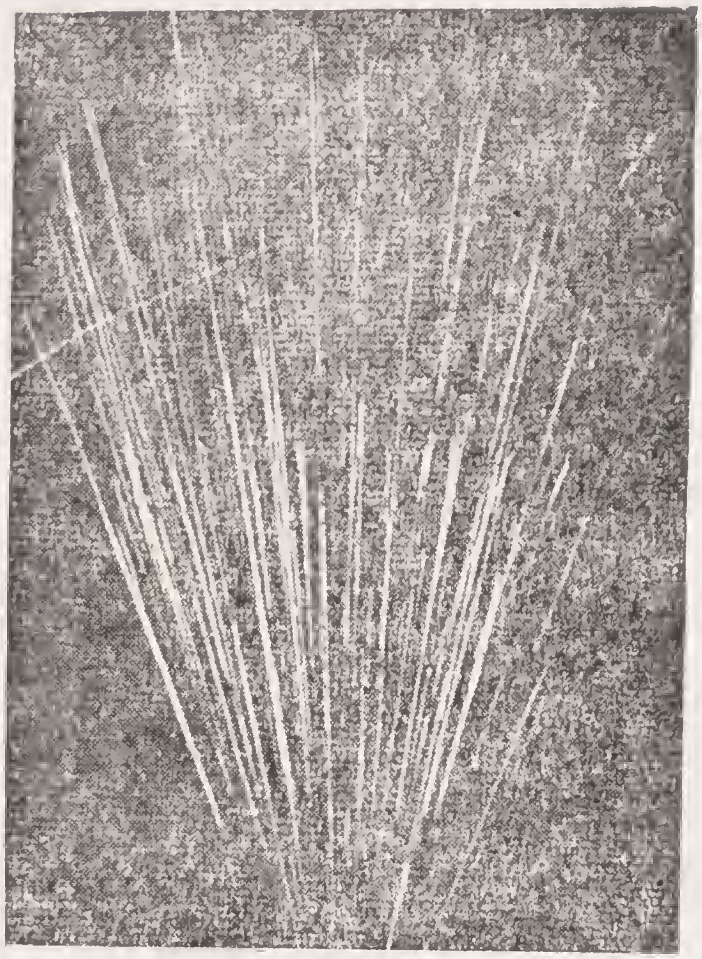
ಕ್ಲುಪ್ತವಾದ ಪಥಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ತಿರುಗುತ್ತಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳಿಂದ ಕಿರಣಗಳೇನೂ ಹೊರಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾಯಿೀಪಥಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಥದಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಇದರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವ ಏಕಮಾತ್ರ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅತಿ ಕಡಿಮೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರತಕ್ಕ ಪಥದಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಭೂಹಂತದ ಸ್ಥಿತಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇಂತಹ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹೊರಗಿನ ಶಾಖ ಅಧಿಕವಾದರೆ) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಬೇರೆ ಪಥವೊಂದಕ್ಕೆ ಕುಪ್ಪಳಿಸುತ್ತದೆ. ಆಗ ಪರಮಾಣು ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಈ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯು ಸ್ಥಿರವಲ್ಲ; ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೇಲಿನ ಪಥದಿಂದ ಕೆಳಗಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪಥಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೧೪}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಧುಮುಕುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾದಾಗ ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಫೋಟಾನ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುವು ಭೂಹಂತದ ಸ್ಥಿತಿ, ಮೊದಲನೆಯ, ಎರಡನೆಯ ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ $E_{೦}$, $E_{೧}$, $E_{೨}$ ಮತ್ತು $E_{೩}$ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೂರನೆ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಎರಡನೇ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಧುಮಿಕಿದರೆ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ $E_{೩}-E_{೨}=h\nu_{೩೨}$; ಹೀಗೆಯೇ $E_{೩}-E_{೧}=h\nu_{೩೧}$, $E_{೩}-E_{೦}=h\nu_{೩೦}$, $E_{೨}-E_{೧}=h\nu_{೨೧}$, $E_{೨}-E_{೦}=h\nu_{೨೦}$ ಮತ್ತು $E_{೧}-E_{೦}=h\nu_{೧೦}$. ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ $\nu_{೩೨}$, $\nu_{೩೧}$, $\nu_{೩೦}$, $\nu_{೨೧}$, $\nu_{೨೦}$ ಮತ್ತು $\nu_{೧೦}$ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳುಳ್ಳ ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮಬಹುದು. ಈ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಾಗಿದ್ದರೆ, ಅಂತಹ ಕೋಟ್ಯಾನುಕೋಟಿ ಫೋಟಾನುಗಳೇ ನಮಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಪ್ರತಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಬಣ್ಣವೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಸ್ಥಾಯೀ ಪಥಗಳನ್ನು ಹಲವಾರು ಸಮೂಹಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಮೂಹಗಳನ್ನು K, L, M, N ಮಟ್ಟಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪವಾದುದು K ಮಟ್ಟ. ಈ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಸೇರಿದಂತೆ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಒಂದೇ ಒಂದು ಪಥವಿದೆ. ಯಾವ ಯಾವ ಪಥದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಪೌಲಿಯು ಸೂಚಿಸಿದ ಒಂದು ನಿಯಮವಿದೆ. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ K ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಎರಡು

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರಬಹುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ K ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತಲೂ ಕ್ರಮವಾಗಿ ದೂರವಿರುವ L, M, N ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಪಥವೂ, ಹಲವಾರು ಅಂಡಾಕಾರದ ಪಥಗಳೂ ಇವೆ. L ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಎಂಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. M ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಹದಿನೆಂಟು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇರಬಹುದು. N ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಮೂವತ್ತೆರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಇರಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು K, L, M, N ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಈ ಕ್ರಮವನ್ನು ಮತ್ತು ಪೌಲಿಯ ನಿಯಮವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಮೆಂಡಲೀಫನ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಒಳಗುಟ್ಟು ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ K ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರನ ಪಥವೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಇದರ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಸುಮಾರು ೦.೫Å ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಪರಮಾಣುವಾದ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಸುಮಾರು ೦.೫Å ಎಂದಹಾಗಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ರಚನೆ

ಎಲ್ಲ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳೂ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವುದನ್ನೂ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕವು ೧ಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವುದನ್ನೂ ಗಮನಿಸಿದ ಪ್ರೌಟ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿಯೇ ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಕೆಲವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳು ಚಿಲ್ಲರೆಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಪ್ರೌಟನ ಸೂಚನೆಯಿಂದ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಆತನ ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಯಾರೂ ಗಮನಿಸಲಿಲ್ಲ. ರುದರ್ಫರ್ಡನು ಪರಮಾಣುರಚನೆ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಕೂಡಲೆ ಎಲ್ಲರೂ ಪ್ರೌಟನ ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಪುನಃ ಜ್ಞಾಪಿಸಿಕೊಂಡರು. ಎಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳೂ ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್, ಅಂದರೆ ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ರುದರ್ಫರ್ಡನು ಸಾರಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿಗೆ ಆಲ್ಫ-ಕಣಗಳಿಂದ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡಿಸಿ, ಆ ಪರಮಾಣುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿಂದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಹಾರಿ ಬರುವುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ತೋರಿಸಿದನು. ಎಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಈಗ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಪ್ರೋಟಾನು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಕಣ. ಇದರ ವಿದ್ಯುದಂಶವು $+e$. ಇದರ ತೂಕ ೧೮೩೬ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತೂಕದಷ್ಟು.



ಪಿ. ಎಂ. ಎಸ್. ಬ್ಲಾಕೆಟ್‌ರವರು ಪಡೆದ ಚಿತ್ರ.

ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು (a) ಮೇಘಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಕೆಳಭಾಗದಿಂದ ಮೇಲು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವಾಗ ಬಿಟ್ಟ ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜಾಡು ಚಿತ್ರದ ಮೇಲ್ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯಾಗಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಎಡಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಜಾಡೂ ಮತ್ತು ಮೇಲು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಒಂದು ತುಂಡವಾದ ಜಾಡೂ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಉದ್ದದ ಜಾಡು ಪ್ರೋಟಾನಿನದು (p) ಮತ್ತು ತುಂಡವಾದ ಜಾಡು ಆಮ್ಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನದು ($_{೮}O^{೧೭}$).

ಪರಮಾಣುವಿನ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೆಂದರೆ ಅದರ ತೂಕ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕವು ೧.೦೦೮ ಮತ್ತು ಅದರ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ ೧; ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕ ೧೬ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೮. ಪರಮಾಣು ತೂಕಕ್ಕೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ಪೂರ್ಣಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಪರಮಾಣು ತೂಕಸಂಖ್ಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ೧; ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೪ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೬. ಹೀಗೆಯೇ ಇತರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು ಅದರ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಹೊರಗೆ ಇರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅಥವಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮೇಲಿನ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ೭ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ; ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ

೭ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವಿದೆ. ಇದರ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ ೭. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಂದಲೇ ರಚಿತವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾಗಿದ್ದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ತೂಕಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮನಾದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಇರಬೇಕಾಗುವುದು. ಅಂದರೆ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವು ಬೇಕಾದುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಬಿಡುತ್ತಿತ್ತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೇ ಇದ್ದಿದ್ದರೆ ತೂಕಸಂಖ್ಯೆ ೧೪ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ೧೪ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿದ್ದೇ ಇರಬೇಕು. ಆಗ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶವು ೧೪ ಆಗಿಬಿಡುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅದರ ಧನವಿದ್ಯುದಂಶದ ಮೊತ್ತವು ೭ ಮಾತ್ರ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿರುವುದು ಖಚಿತ. ಆದರೆ ಬರೀ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೇ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದೆವು. ಬೀಟ ಕಣ ಸ್ವಯಂಪ್ರಭೆಯುಳ್ಳ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದಾಗ ಆ ಪರಮಾಣು ಬೇರೆ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು ಒಂದರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಇದರಿಂದ ಬೀಟ ಕಣಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತವೆಯೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ಸಾರಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ೧೪ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ೭ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರಬೇಕು. ಹಾಗಾದರೆ ಅದರ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ ೭ ಮತ್ತು ತೂಕಸಂಖ್ಯೆ ೧೪ ಆಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ತೂಕ, ವಿದ್ಯುದಂಶ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರದ ಜೊತೆಗೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣವಿದೆ. ಅದನ್ನು ಸ್ಪಿನ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಕಣವು ಹೊಂದಿರಬಹುದಾದ ಆಂತರಿಕ-ಭ್ರಮಣ ಪರಿಮಾಣವೇ ಸ್ಪಿನ್ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. $\frac{h}{೨\pi}$ ಸ್ಪಿನ್‌ನ ಏಕಮಾನ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{೧}{೨}$ ಎಂದು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಮತ್ತು ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರದಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗೂ ಸ್ಪಿನ್ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಸಾರಜನಕದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ರಾಮನ್ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಅದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಪಿನ್ ೧ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ೧೪ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಮತ್ತು ೭ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇದ್ದಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಇದರ ಸ್ಪಿನ್ $(೨n+೧)\frac{೧}{೨}$ ($n=೦,೧,೨,$........ಮುಂತಾದ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು) ಆಗಿರಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಇದು ನಿಜಾಂಶಕ್ಕೆ ದೂರವಾದುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಬಿಡಿಸಲಾರದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಏಳುವುದರಿಂದ ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪ್ರೋಟಾನ್ ವಾದವನ್ನು ಕೈಬಿಡಬೇಕಾಯಿತು.

ಸುಮಾರು ಪ್ರೋಟಾನಿನಷ್ಟೇ ತೂಕವುಳ್ಳ, ವಿದ್ಯುದಂಶರಹಿತವಾದ ಕಣಗಳೂ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕೆಂದು ರುದರ್ಫರ್ಡನು ಹಿಂದೆಯೇ ಊಹಿಸಿದ್ದನು. ೧೯೩೨ ರಲ್ಲಿ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ಎಂಬಾತನು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಂತಹ ಕಣದ ಇರುವಿಕೆಯು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಬೆರಿಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿಗೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳಿಂದ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡಿಸಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣಗಳು ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರಿ ಬರುವುವೆಂದು ಆತನು ತೋರಿಸಿದನು. ಈ ಕಣಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ಪ್ರೋಟಾನಿಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾರವಾದ ಕಣ; ವಿದ್ಯುದಂಶವಿಲ್ಲ. ಮುಂದೆ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೂ ಸ್ಪಿನ್ ಇದೆ ಮತ್ತು ಅದು ½ ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಕೂಡಲೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆಯೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಯು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಡಿತು ಮತ್ತು ಈ ನಂಬಿಕೆಯು ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಉಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇದರ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೨ ಮತ್ತು ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ೪. ಇದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಹೊರಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ೨ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಒಳಗೆ ೨ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಮತ್ತು ೨ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇವೆ. ಆದುದರಿಂದ ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ೪=ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ+ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ; ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೨=೨ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು=೨ (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಹೊರಗಿನ) ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ೨ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ೨ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು, ಅಂದರೆ ½ ಸ್ಪಿನ್‌ನ ೪ ಕಣಗಳು ಇರುವುದರಿಂದ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸ್ಪಿನ್ ೧ ಆಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ. ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಆಯಾ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಹೊರಗಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯಿರುವ, ಆದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೊಂದಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇವುಗಳಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಭೌತ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಆಸ್ಟನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ತೂಕ ಪಟಲ ಗ್ರಾಹಿ ಎಂಬ ಉಪಕರಣವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ರೀತಿಯ ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾನೆ. ಒಂದೇ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನುಳ್ಳ (ಅಂದರೆ ಒಂದೇ ಮೂಲವಸ್ತುವಿಗೆ ಸೇರಿದ), ಆದರೆ ವಿವಿಧ ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೊಂದಿರುವ

ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ " ಐಸೊಟೋಪ್ "ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಆಮ್ಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಐಸೊಟೋಪ್‌ಗಳಿವೆ: ${}_{೮}O^{೧೬}$, ${}_{೮}O^{೧೭}$, ${}_{೮}O^{೧೮}$. [O ಎಂಬುದು ಆಮ್ಲ ಜನಕದ ಸಂಕೇತ. ೮ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ. ೧೬, ೧೭, ೧೮ ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು. ${}_{೮}O^{೧೬}$ರಲ್ಲಿ ೮ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಮತ್ತು ೮ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳೂ ಇವೆ. ${}_{೮}O^{೧೭}$ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಇದೆ; ${}_{೮}O^{೧೮}$ರಲ್ಲಿ ಎರಡು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇವೆ.] ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಈ ಮೂರು ಐಸೊಟೋಪ್‌ಗಳ ಮಿಶ್ರಣ; ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೯೯.೭೬ ${}_{೮}O^{೧೬}$, ಶೇಕಡ ೦.೦೪ ${}_{೮}O^{೧೭}$ ಮತ್ತು ಶೇಕಡ ೦.೨೦ ${}_{೮}O^{೧೮}$ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಜಲ ಜನಕವು ${}_{೧}H^{೧}$ ಮತ್ತು ${}_{೧}H^{೨}$ ಎಂಬ ಎರಡು ಐಸೊಟೋಪ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ${}_{೧}H^{೧}$ ಬಹಳ ಹೇರಳವಾದುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೬೪೦೦ ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗ ${}_{೧}H^{೨}$ ಇರುತ್ತದೆ. ${}_{೧}H^{೨}$ನ್ನು "ಡ್ಯೂಟೇರಿಯಂ" ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದರಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನೀರಿಗೆ ಸ್ಥೂಲಜಲ ಎಂಬ ಹೆಸರು ವಾಡಿಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಡ್ಯೂಟೇರಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೆ "ಡ್ಯೂಟ್ರಾನ್" ಎಂದು ಹೆಸರು. ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನೂ ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಇವೆ.

ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ನೀಡಿದ ವಿವರಣೆಯಿಂದ ನಾವು ತಿಳಿದುಕೊಂಡ ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳೆಂದರೆ—ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ೯೨ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಪ್ರತಿ ಮೂಲ ವಸ್ತುವೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈ ಪರಮಾಣುವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆ. ಅಂದಮೇಲೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೆಂಬ ಮೂಲಕಣಗಳಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತು ಗಳೂ ರಚಿತವಾಗಿವೆ ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಪರಮಾಣುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೮}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರು. ಹಾಗಾದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ತ್ರಿಜ್ಯವೆಷ್ಟು? ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡಿ ಯಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಚೆದರಿದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಲೆಖ್ಖ ಹಾಕಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ವ್ಯಾಸವನ್ನು ಅಂದಾಜುಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯವು ಸುಮಾರು ೧.೪×೧೦^{-೧೩} ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿ (ಜಲಜನ ಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸು) ನಿಂದ ೮×೧೦^{-೧೩} ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನವರೆಗೆ (ಯುರೇನಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್) ಇದೆಯೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ A ಇರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ತ್ರಿಜ್ಯವು $R = R_{೦} \sqrt[3]{A}$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ $R_{೦} = ೧.೪ \times ೧೦^{-೧೩}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ತ್ರಿಜ್ಯವು

ಪರಮಾಣುವಿನ ತ್ರಿಜ್ಯದ ಸುಮಾರು ೧೦೦೦೦೦ದ ಒಂದನೆ ಭಾಗ. ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕದ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗವು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ $_{೮}O^{೧೬}$ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತೆಗೆದು ಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇದರ ಪರಮಾಣು ತೂಕ ೧೬ ಮತ್ತು ಇದರ ತೂಕ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿದೆ. ೧ ಪರಮಾಣು ತೂಕ= ೧.೬೬×೧೦^{-೨೪} ಗ್ರಾಂ. ಆದುದರಿಂದ $O^{೧೬}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ತೂಕ= $೧೬\times೧.೬೬\times೧೦^{-೨೪}$ ಗ್ರಾಂ. ಅದರ ತ್ರಿಜ್ಯ $೧.೪\times೧೦^{-೧೩}\sqrt[3]{೧೬}$ ಎಂದಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು ಅದರ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ಅದರಿಂದ ಈ ತೂಕವನ್ನು ಭಾಗಿಸಿದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಘ.ಸೆಮೀ.ಗೆ $೧೦^{೧೪}$ ಗ್ರಾಂ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ! ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತು ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇಷ್ಟೇ ಇರುವುದೆಂದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಇದ ರಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬಹು ಭಾಗವು ಟೊಳ್ಳು, ಎಂದು ನಮಗೆ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿ ಕೊಂಡಿವೆಯೋ ಎಂಬಂತೆ ಇರುವುವು. ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪ್ರೋಟಾನು ಗಳು ಇಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ಸ್ಥಳವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್ ವಿಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವಿರಬೇಕೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು-ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನು-ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮಧ್ಯೆ ವಿಶೇಷ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವಿರ ಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳನ್ನು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಬಂಧಿಸಿರುವ ಈ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ವಿಶೇಷ ಬಲ ವನ್ನು "ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲ"ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ "ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತ"ವನ್ನೂ ಮತ್ತು ೧೯೨೩–೩೦ರ ಮಧ್ಯೆ ಹೈಸನ್ ಬರ್ಗ್, ಸ್ಕ್ರೋಡಿಂಗರ್, ಡೀಬ್ರಾಯಿ, ಡೀರಾಕ್ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿ ಬೆಳೆಸಿದ "ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ"ವನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪವಾದರೂ ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ವಸ್ತುವಿನ ಒಂದು ಕಣದ ವೇಗವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ೧೦ನೇ ೧ ಭಾಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಕಣದ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಕಂಡುಬರುವುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕಣದ ವೇಗವು

ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅದರ ಜಡತ್ವವು[6] ಹೆಚುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು. ಕಣವು ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಜಡತ್ವವು m_o ಆದರೆ, ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ v ಸೆಂಟಿಮೀಟರು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದು ಚಲಿಸುವಾಗ $m = \frac{m_o}{\sqrt{೧ - \left(\frac{v}{c}\right)^{೨}}}$ ಆಗುತ್ತದೆ; ಶೂನ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ c ಸೆಂಟಿಮೀಟರು; ಅಂದರೆ $c = ೩ \times ೧೦^{೧೦}$ ಸೆಮೀ./ಸೆ, ಅಥವಾ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೮೬ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿ. ಕಣದ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮ ಕಂಡುಬರುವುದು ಅದರ ವೇಗ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೮.೬ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿ ಇದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ. ಸಾಪೇಕ್ಷ ವಾದದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ನಾವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಣುವುದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಪ್ರಪಂಚದ ಮೂಲಕಣಗಳ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ. ಚಲಿಸುವ ಕಣದ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಷ್ಟೆ; ಆ ಶಕ್ತಿಗೂ ಜಡತ್ವವಿದೆ. ಕಣದ ಜಡತ್ವ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಕಾಣುವುದಕ್ಕೆ ಆ ಶಕ್ತಿಯ ಜಡತ್ವವೇ ಕಾರಣ. ಇದರಿಂದ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿಗೂ ಇದ್ದ ಭಿನ್ನತೆ ಮಾಯವಾದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಸಂದರ್ಭಾನುಸಾರ ವಸ್ತು ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಿ ಶಕ್ತಿಯಾಗ ಬಲ್ಲದು; ಶಕ್ತಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಿ ವಸ್ತುವಾಗಬಲ್ಲದು. ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಜಡತ್ವದ ವಸ್ತುವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಿದರೆ ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿ ಯನ್ನು $E_o = m_o c^{೨}$ ಎಂಬ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಲೆಖ್ಖ ಹಾಕಬಹುದು. ಇದನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇದೇ ವಸ್ತುವು ಚಲನೆ ಯಲ್ಲಿದ್ದು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಿದರೆ ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿ $E = mc^{೨}$. ಇದನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯು T ಆದರೆ, ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು $E = m_o c^{೨} + T$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಸ್ತುವಿನ ಆವೇಗ (momentum) p ಆದರೆ, $E^{೨} = m_o^{೨} c^{೪} + p^{೨} c^{೨}$ ಎಂದು ತೋರಿಸಬಹುದು. ಫೋಟಾನಿಗೆ ವಿಶ್ರಾಂತಿಯೆಂಬುದೇ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ; ಅಂದರೆ ಫೋಟಾನಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ ಇಲ್ಲ, $m_o = o$. ಆದುದರಿಂದ ಫೋಟಾನಿಗೆ $E = pc$ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ. $E = h\nu$ ಮತ್ತು $c = \nu\lambda$ ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಆದುದರಿಂದ $p = \frac{h}{\lambda}$ ಅಥವಾ $\lambda = \frac{h}{p}$ ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗು ವುದು.

---

[6] ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ತೂಕವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ತೂಕಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಅರ್ಥವಿದೆ; ತೂಕ = ಜಡತ್ವ × g; ಇಲ್ಲಿ g = ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಸಂಭವಿಸುವ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ.

ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆಯೆಂಬುದು ಪ್ರತಿಯೋಗ (interference) ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿನಮನ (diffraction) ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೂಲಕ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣ, ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣ, ಗ್ಯಾಮ-ಕಿರಣ ಮುಂತಾದುವೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ಎರಡು ಕ್ರಿಯೆಗಳು—ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳು—ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ತುಂಬಾ ತೊಡಕಿನ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದವು. ಅತಿ ನೀಲ ಕಿರಣಗಳು ಲೋಹದ ತಗಡಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವುದೇ ದ್ಯುತಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ರಿಯೆ. ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳಾಗಲಿ, ಗ್ಯಾಮ-ಕಿರಣಗಳಾಗಲಿ, ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗಲೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಈ ರೀತಿ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವುದನ್ನು ತರಂಗವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ೧೯೦೦ರಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಂಕ್ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದವನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಈ ತತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳೇ ಆಗಲಿ ಎಕ್ಸ್-ಅಥವಾ ಗ್ಯಾಮ-ಕಿರಣಗಳೇ ಆಗಲಿ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆಗೆ ಫೋಟಾನುಗಳೆಂಬ ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆ. ಹಿಂದೆಯೇ ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ.

ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಚೆದರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್‌ಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮಂಡಿಸಿದ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದ ಮತ್ತು ಫೋಟಾನ್‌ಕಣವಾದಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ದ್ಯುತಿವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ರಶ್ಮೀಶಕ್ತಿಯು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆಯೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಇದೇ ರಶ್ಮೀಶಕ್ತಿಯು ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂದು ದ್ಯುತಿನಮನ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಅಂದರೆ ರಶ್ಮೀಶಕ್ತಿಯು ಸಂದರ್ಭಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ತರಂಗ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಕಣಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣುವುದೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ರಶ್ಮೀಶಕ್ತಿಯ ಅಲೆ-ಕಣಗಳ ದ್ವಂದ್ವ-ವೈವಿಧ್ಯ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು, ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳು ದ್ಯುತಿನಮನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವಂತೆಯೇ ಶಕ್ತಿಯುತ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವೂ ಸ್ಫಟಿಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ದ್ಯುತಿನಮನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಅಂದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ತೋರಿಸಿದಂತಾ

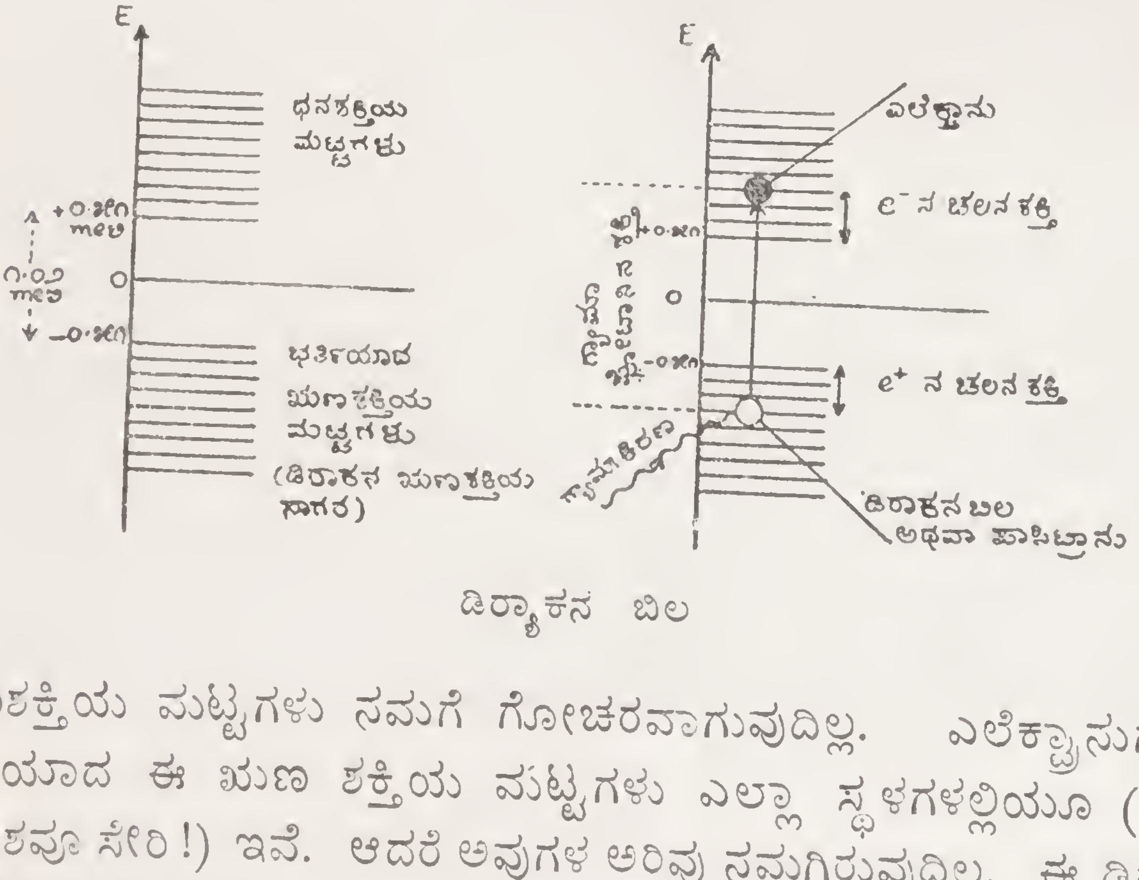
ಯಿತು. ಆದುದರಿಂದ ವಸ್ತುವೂ ಕಣ-ಅಲೆಗಳ ದ್ವಂದ್ವ-ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪ್ರೋಟಾನು ಮೊದಲಾದ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳೂ ಈ ದ್ವಂದ್ವ ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಈ ಕಣಗಳ ಅಲೆಗಳನ್ನು ವಸ್ತುತರಂಗ ಎಂದು ಡೀಬ್ರಾಯಿ ಕರೆದನು. ಈ ವಸ್ತುತರಂಗಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರಕ್ಕೂ ಕಣಗಳ ಆವೇಗಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವು ಫೋಟಾನುಗಳ ಆವೇಗ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ತರಂಗ ಅಂತರಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧದಂತೆಯೇ: $\lambda = \frac{h}{p}$ ಈ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ, ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಮೂಲಕಣಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯಾವುದೇ ಸಾಧನವಾಗಲಿ ನಾವು ವೀಕ್ಷಿಸುವ ಕಣಗಳ ನಿಜಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪವಾದರೂ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. ಅಂದರೆ ನಾವು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ಕಣಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪಕರಣಕ್ಕೂ ಪ್ರತಿಯೋಗವಾಗುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಾವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ಆವೇಗಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಒಂದು ಗ್ಯಾಮ–ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿನಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮ-ಫೋಟಾನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನೊಡನೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡುವುದರಿಂದ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಸ್ಥಳ ಪಲ್ಲಟ ಹೊಂದುವುದು. ಅಂದರೆ ನಾವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಆವೇಗವನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ಅದರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರೆ ಅದರ ಆವೇಗದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಅನಿಶ್ಚಿತತೆಗಳ ಗುಣಲಬ್ಧವು ಸುಮಾರು ಪ್ಲಾಂಕನ ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆಯಷ್ಟು. ಇದಕ್ಕೆ ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗನ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ತತ್ವ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದೇರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ($\triangle E$) ಗೂ ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ($\triangle t$) ಗೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ: $\triangle E \triangle t \simeq h$. ಪ್ಲಾಂಕನ ಸ್ಥಿರಾಂಕದ ಬೆಲೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆಯ ಸಂಖ್ಯೆಯಾದುದರಿಂದ ($h =$ ೬.೬೩ $\times$ ೧೦$^{-೨೭}$ ಅರ್ಗ್-ಸೆಕೆಂಡು) ಸಾಮಾನ್ಯ ವಸ್ತುಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗನ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ತತ್ವದ ಪರಿಣಾಮವೇನೂ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ.

ಡಿರಾಕನ ವಾದ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳು

೧೯೩೦ರಲ್ಲಿ ಡಿರಾಕ್ ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಕ್ವಾಂಟಂವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಆವೇಗ p ಆದರೆ, ಅದರ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು $E^{೨} = p^{೨}c^{೨} + m_{೦}{}^{೨}c^{೪}$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ; ಇಲ್ಲಿ $m_{೦}$ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ

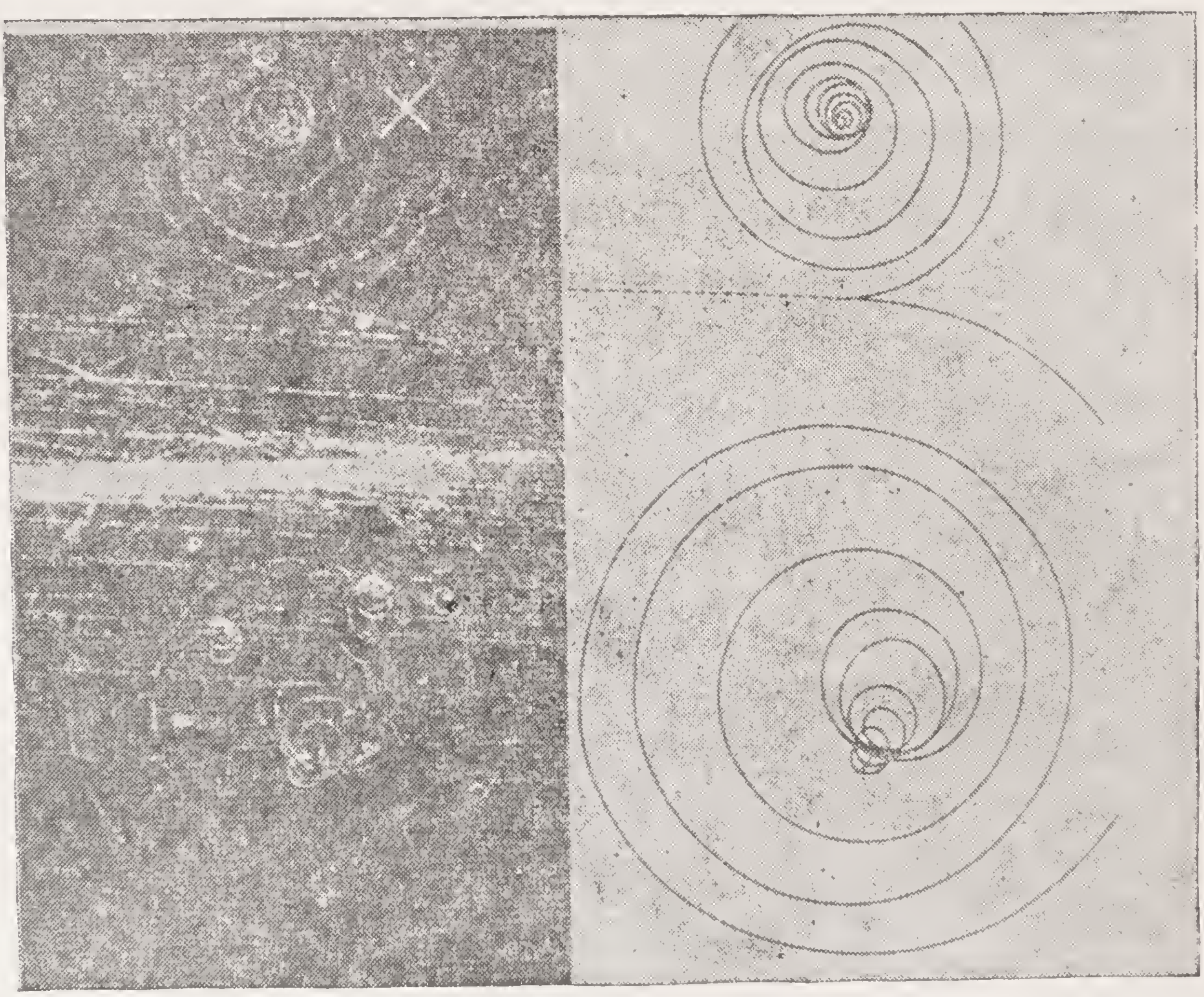
ಜಡತ್ವ. $m_{\circ} c^{೨}$ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿ. ಅಂದರೆ ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರೆ ಅದರಿಂದ ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿ $m_{\circ} c^{೨}$ = ೦.೫೧ Mev ಆಗುತ್ತದೆ. $E^{೨} = p^{೨}c^{೨} + m^{೨}_{\circ} c^{೪}$ ವರ್ಗೀಯ ಸಮೀಕರಣ. ಆದುದರಿಂದ $E = \pm\sqrt{p^{೨}c^{೨} + m_{\circ}{}^{೨}c^{೪}}$; ಧನಶಕ್ತಿ $E_{+} = +\sqrt{p^{೨}c^{೨} + m_{\circ}{}^{೨}c^{೪}}$ ಮತ್ತು ಋಣಶಕ್ತಿ $E_{-} = -\sqrt{p^{೨}c^{೨} + m^{೨}c^{೪}}$, ಆವೇಗ p=o ಆದಾಗ $E_{+} = +m_{\circ}c^{೨}$ = +೦.೫೧ Mev ಮತ್ತು $E_{-} = -m_{\circ}c^{೨}$ = −೦.೫೧ mev. ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಶಕ್ತಿಯು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಡಿರಾಕನ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಧನಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಗಳೂ ಮತ್ತು ಋಣಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಕನಿಷ್ಠ ಅಂತರ ೧.೦೨ Mev ಎಂದು ಮೇಲಿನ ಲೆಖ್ಖಾಚಾರದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಧನ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಮತ್ತು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು. ಆದರೆ ಋಣಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಋಣಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನಮಗೆ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಗೋಚರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಡಿರಾಕನ ಈ ಕಲ್ಪನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಋಣ ಶಕ್ತಿಯ ಎಲ್ಲ ಮಟ್ಟಗಳೂ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಭರ್ತಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ



ಡಿರ್‍ಯಾಕನ ಬಿಲ

ಋಣಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಗಳು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಭರ್ತಿಯಾದ ಈ ಋಣ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ (ಶೂನ್ಯ ಪ್ರದೇಶವೂ ಸೇರಿ !) ಇವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಅರಿವು ನಮಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಡಿರಾಕನ ಕಲ್ಪನೆಯ ಋಣಶಕ್ತಿಯ ಸಾಗರದಲ್ಲಿರುವ ಅಗೋಚರವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೊಂದಕ್ಕೆ

ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಅದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಾಗಿ ಧನಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಅದು ಮೊದಲು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಋಣ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಖಾಲಿ ಸ್ಥಳ ವುಂಟಾಗುವುದು. ಇವಕ್ಕೆ "ಡಿರಾಕನ ಬಿಲ" ಎಂದು ಹೆಸರು. ಭರ್ತಿಯಾಗಿರುವ ಋಣ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟವು ನಮಗೆ ಅಗೋಚರವಾದರೆ, ಡಿರಾಕನ ಬಿಲವು ಗೋಚರವಾಗಲೇ ಬೇಕಲ್ಲವೇ? ಇದನ್ನು ಡಿರಾಕನು "ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್" ಎಂದು ಕರೆದನು. ಈ ಕಣವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟೇ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವವನ್ನೂ, ಸ್ಪಿನ್ ½ ಅನ್ನೂ ಮತ್ತು ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶ $+e$ ಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿರಬೇಕೆಂದು ಆತನು ತಿಳಿಸಿದನು. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಆಂಡರ್ಸನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಮೇಘ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್-ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಈ ಪಾಸಿಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ೧.೦೨ Mev ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಜೊತೆ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದೆಂದು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಸಾಮಾನ್ಯ



e^+—e^- ಜೊತೆ ಸೃಷ್ಟಿ (ಜಲಜನಕದ ಗುಳ್ಳೆ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ)

ವಸ್ತು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ; ಯಾಕೆಂದರೆ ಈ ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೊಂದರ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಬಂದತಕ್ಷಣ ಎರಡೂ ಸೇರಿ ಪಾಸಿಟ್ರೋನಿಯಂ

ಎಂಬ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಹೋಲುವ ವ್ಯೂಹವಾಗುವುದು ಮತ್ತು ಇದು ಕೇವಲ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೮}$— $೧೦^{-೧೦}$ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ಅಥವಾ ಎರಡು ಗ್ಯಾಮ ಫ಼ೋಟಾನುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಅಂದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು-ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಜೊತೆ ಲಯ ಹೊಂದಿ ಗ್ಯಾಮ ಫ಼ೋಟಾನುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೊರಬೀಳುವುದು. ಈ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು-ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಜೊತೆಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಲಯಗಳು ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಮಂಡಿಸಿದ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದದ ತೀರ್ಮಾನವೊಂದಾದ $E=mc^{೨}$ ಎಂಬ ಶಕ್ತಿ-ಜಡತ್ವ ಸಮೀಕರಣ ತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ದೃಢಪಡಿಸಿದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಣವೆಂದೂ, ಪಾಸಿಟ್ರಾನನ್ನು ವಿರೋಧಿ ಕಣವೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಎಂಬ ವಿರೋಧಿ ಕಣ ಇದ್ದಮೇಲೆ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೂ ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸುವುದು ಸಹಜವಲ್ಲವೇ? ೧೯೫೫–೫೬ರಲ್ಲಿ ಸೆಗ್ರೆ ಮುಂತಾದವರು ಈ ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧಿ ಪ್ರೋಟಾನು ($\bar{p}$) ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ($\bar{n}$) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲ ಮತ್ತು ಮೆಸಾನು

ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಪ್ರೋಟಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ$=೧.೬೭೨\times೧೦^{-೨೪}$ ಗ್ರಾಂ; ಅಂದರೆ, ಅದರ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿ$=೯೩೮.೨$ Mev ($E_{\circ}=m_{\circ}c^{೨}$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ) ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿ$=$ ೯೩೯.೫ Mev. ಡ್ಯೂಟ್ರಾನು ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ರಚಿತವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್. ತೂಕಪಟಲಗ್ರಾಹಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅದರ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಯು$=೧೮೭೫.೪೭$ Mev ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಗಳ ಮೊತ್ತವು ೧೮೭೭.೭೦ Mev. ಈ ಮೊತ್ತವು ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಸುಮಾರು ೨.೨೩ Mev ಹೆಚ್ಚು. ಅಂದರೆ, ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಲು ಕನಿಷ್ಠ ೨.೨೩ Mev ಶಕ್ತಿ ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆಯೇ $_{೮}O^{೧೬}$ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಐಸೊಟೋಪನ್ನು ಉದಾಹರಣೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ,

ಇದರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ಸುಮಾರು ೧೨೮ Mev ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಎಂಟು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಎಂಟು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿವೆ; ಅಂದರೆ ಒಟ್ಟು ೧೬ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸರಾಸರಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೮ Mev ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯಿದೆಯೆಂಬುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಕೆಲವು ಅತಿ ಹಗುರವಾದವುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಉಳಿದ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ೮ Mev ಎಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ೮.೫ Mev ಇದೆ. ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ೭.೬ Mev ಇದೆ. ಯಾವುದಾದರೂ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಇಬ್ಭಾಗವಾದರೆ, ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈರೀತಿಯಾದಾಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೦.೯ Mev ಶಕ್ತಿಯು (೮.೫—೭.೬=೦.೯ Mev) ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ನಾವು ಕರೆಯುವುದು. ಯುರೇನಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಜಲಜನಕದ $_{೧}H^{೧}$ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು (ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್) ಮತ್ತು ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಇವೆ. ಇವೆರಡು ಕಣಗಳ ಜಡತ್ವದ ಮೊತ್ತವು $_{೧}H^{೧}$ ಪರಮಾಣುವಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿದರೆ ಸುಮಾರು ೧೩ ev ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು—ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುವ ಶಕ್ತಿ ೧೩ ev. ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯ ಸುಮಾರು ೧೦ ಲಕ್ಷದಷ್ಟು ಎಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬರುವುದು. ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಂಧಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಒದಗುವ ಶಕ್ತಿಯ ಸುಮಾರು ೧೦ ಲಕ್ಷದಷ್ಟು !

ಈಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಒಂದೇ: $೧೦^{೧೪}$ ಗ್ರಾಂ/ಘ. ಸೆಮೀ. ಹಾಗೆಯೇ

ಎಲ್ಲ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಂಧಕಶಕ್ತಿಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೮.೦ Mev ಇದೆ. ಈ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲವು ಸಂತೃಪ್ತ ಗುಣವುಳ್ಳದ್ದೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರೋಟಾನು-ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿಸಿರುವ ಅಗಾಧವಾದ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಈ ಕಣಗಳ ಸ್ಥಳಾಂತರ ಸುಮಾರು ೨×೧೦^{-೧೩} ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಕಾಣಬರುವುದೆಂದು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿದೆ. [$೧೦^{-೧೩}$ ಸೆಂಟಿಮೀಟರನ್ನು ಒಂದು ಫರ್ಮಿ ಎಂದು ಕರೆದು ಅದನ್ನು ಒಂದು ಏಕಮಾನವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತೇವೆ]. ಈ ಅಂತರ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಸುಮಾರು ೨ ಫರ್ಮಿ ಮಾತ್ರ. ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಬಲವು ಕಣಗಳ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚಿದಹಾಗೆಲ್ಲ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಮಾಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಅಯಸ್ಕಾಂತ ಧ್ರುವಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಬಲವೂ ಇದೇ ರೀತಿಯದು. ಹಾಗೆಯೇ ಎರಡು ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಬಲವೂ ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದೇ ಹೊರತು ಮಾಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲವು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಇತರ ಬಲಗಳಿಗಿರುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆಯೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸುತ್ತಲೂ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವು ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡನೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬಂದರೆ ಈ ಎರಡು ಕಣಗಳೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಬಲವನ್ನು ಅನುಭವಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಬಲವನ್ನು ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಫೋಟಾನಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ ಸೊನ್ನೆಯಾದುದರಿಂದ ಈ ಬಲವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩×೧೦^{೧೦} ಸೆಮೀ. ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಣದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಣಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ಅನಂತವಾದುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೂ ಅದರ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನಿನ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಒಟ್ಟಿನ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿ $=h\nu$ ಅಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ಹಾಗಾದರೆ ಒಟ್ಟಿನ ಶಕ್ತಿಯು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗನ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ತತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ ($\triangle E \triangle t \sim h$), ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು $\triangle t$ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಆಗಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಈ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮಿ ಪುನಃ ಅದರಲ್ಲಿಯೇ ಐಕ್ಯವಾಗುವುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನುಗಳ ಮೋಡದಿಂದ ಆವರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳು

ತ್ತೇವೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೂ ಅದರ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಈ ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನಿನ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಮಿಥ್ಯ ಫೋಟಾನುಗಳ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲವು ಸಂತೃಪ್ತ ಗುಣವುಳ್ಳದ್ದೆಂದು ತಿಳಿದೆವು. ಇದನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಈ ಬಲವು ಅದಲುಬದಲು ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆದಿರಬೇಕು ಎಂದು ೧೯೩೨-೩೩ರಲ್ಲಿ ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗ್ ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಆದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಏನು ಅದಲು ಬದಲು ಆಗುತ್ತಿದೆಯೆಂಬುದು ಆಗ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಯುಕಾವ ಎಂಬ ಜಪಾನೀ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲದ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಈ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣದ ಸುತ್ತಲೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕಿರುವ ಫೋಟಾನಿನಂತೆ ಒಂದು ಕ್ವಾಟಂ ಇರಬೇಕು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಕೇವಲ ೩ ಫರ್ಮಿ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ವಾಂಟಂಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ (m_o) ಇರಬೇಕು ಮತ್ತು ಅದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವದ ಸುಮಾರು ಇನ್ನೂರರಷ್ಟು ಎಂದು ಯುಕಾವ ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದನು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಕ್ವಾಂಟಂ ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಕಣವೆಂದೂ, ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವು ಕೇವಲ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೮}$ ಸೆಕೆಂಡು ಎಂದೂ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಈ ಕ್ವಾಂಟಂ ಪ್ರಬಲವಾದ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದೆಂದೂ ಯುಕಾವ ವಾದಿಸಿದನು. ಈ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ವಾಂಟಂಗೆ "ಮೆಸೊಟ್ರಾನ್" ಅಥವಾ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಕಣ ಎಂದು ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಎಚ್. ಜೆ. ಭಾಭಾರವರು ಹೆಸರಿಟ್ಟರು. ಈಗ ಈ ಕಣವನ್ನು "ಮೆಸಾನ್" ಅಥವಾ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಕಣ[7]ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ೧೯೩೬ರಲ್ಲಿ ಆಂಡರ್ಸನ್ ಮತ್ತು ನೆಡರ್ಮೆಯರ್ ಎಂಬ ಅಮೆರಿಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ರೀಟ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೀವನ್ಸನ್ ಎಂಬ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೇಘಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸುಮಾರು ಇನ್ನೂರರಷ್ಟು ಜಡತ್ವವುಳ್ಳ ಒಂದು ಕಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ಕಣವು ಅಸ್ಥಿರವಾದುದೆಂದೂ ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನ ೨.೨×೧೦^{-೬} ಸೆಕೆಂಡು ಎಂದೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ೧೯೩೬–೪೭ರವರೆಗೆ ಇದೇ ಯುಕಾವ ಕ್ವಾಂಟಂ ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಇತ್ತು. ಯುಕಾವ ಕ್ವಾಂಟಂಗೆ ಇರಬೇಕಾದ ಪ್ರಬಲವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯು ಈ ಕಣಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲವೆಂದು

---

[7] ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ತೂಕಗಳ ಮಧ್ಯದ ತೂಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮೆಸಾನುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.



π^{+} ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾಗುತ್ತಿರುವುದು
A ನಲ್ಲಿ π^{+} ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾಗಿ
μ^{+} ಮೆಸಾನು (AB) ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ.

೧೯೪೫–೪೬ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಅಂದರೆ, ಈ ಕಣವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ವಾಂಟಂ ಅಲ್ಲವೆಂಬುದು ಖಚಿತವಾಯಿತು. ೧೯೪೭ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಸ್ಟಲಿನಲ್ಲಿ ಸಿ. ಎಫ್. ಪೊವೆಲ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತೆರೆದಿಟ್ಟು ಒಂದು ಹೊಸ ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಕಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇದಕ್ಕೆ π(ಪೈ) ಮೆಸಾನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಯುಕಾವ ಕ್ವಾಂಟಂಗೆ ಇರಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಇದು ಪಡೆದಿದೆಯೆಂದು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಇದರ ಜಡತ್ವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸುಮಾರು ೨೭೩ರಷ್ಟು. ಇದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವು ೨.೫೫×೧೦^{-೮} ಸೆಕೆಂಡು; ಇದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಬಹು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಆಂಡರ್ಸನ್ ಮತ್ತು ನೆಡರ್ಮೆಯರ್ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮೆಸಾನ್ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಇದಕ್ಕೆ μ(ಮ್ಯೂ)ಮೆಸಾನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. π ಮೆಸಾನ್ ಶಿಥಿಲ

ವಾದಾಗ μ ಮೆಸಾನ್ ಜೊತೆಗೆ ಬೇರೆ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣವೂ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ μ ಮೆಸಾನ್ ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇನ್ನೆರಡು ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು. ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು.

ಧನವಿದ್ಯುತ್ ಪೈ ಮೆಸಾನ್ (π^+), ಋಣವಿದ್ಯುತ್ ಪೈ ಮೆಸಾನ್ (π^-) ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಪೈ ಮೆಸಾನ್ (π^0) ಎಂಬ ಮೂರು ಬಗೆಯ π ಮೆಸಾನುಗಳಿವೆ. π^+ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನುಗಳ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವವು ೨೭೩ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟು; ಅಂದರೆ ಇವುಗಳ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಯು ೧೩೯.೬ Mev. ಹಾಗೆಯೇ π^0 ಮೆಸಾನಿನ ಜಡತ್ವವು ೨೬೪ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟು; ಇದರ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಯು ೧೩೫ Mev. ಯುಕಾವ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾಗಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳು π ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಎಸೆದಾಡುತ್ತಾ ಇರುವುದರಿಂದ ಅದಲು ಬದಲು ಬಲ ವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು–ಪ್ರೋಟಾನು ಜೋಡಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ಒಂದು ಮಿಥ್ಯ π^- ಮೆಸಾನು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಿದಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮಿದ π^- ಮೆಸಾನು ಎರಡನೇ ಕಣವಾದ ಪ್ರೋಟಾನಿನಲ್ಲಿ ಐಕ್ಯವಾಗಿ ಅದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯು ಸುಮಾರು ಕೇವಲ $೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದುಹೋಗುವುದು.[8] ಪುನಃ ಎರಡನೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿ ನಿಂದ ಮಿಥ್ಯ π^- ಮೆಸಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿ ಮೊದಲನೆ ಪ್ರೋಟಾನಿನಲ್ಲಿ

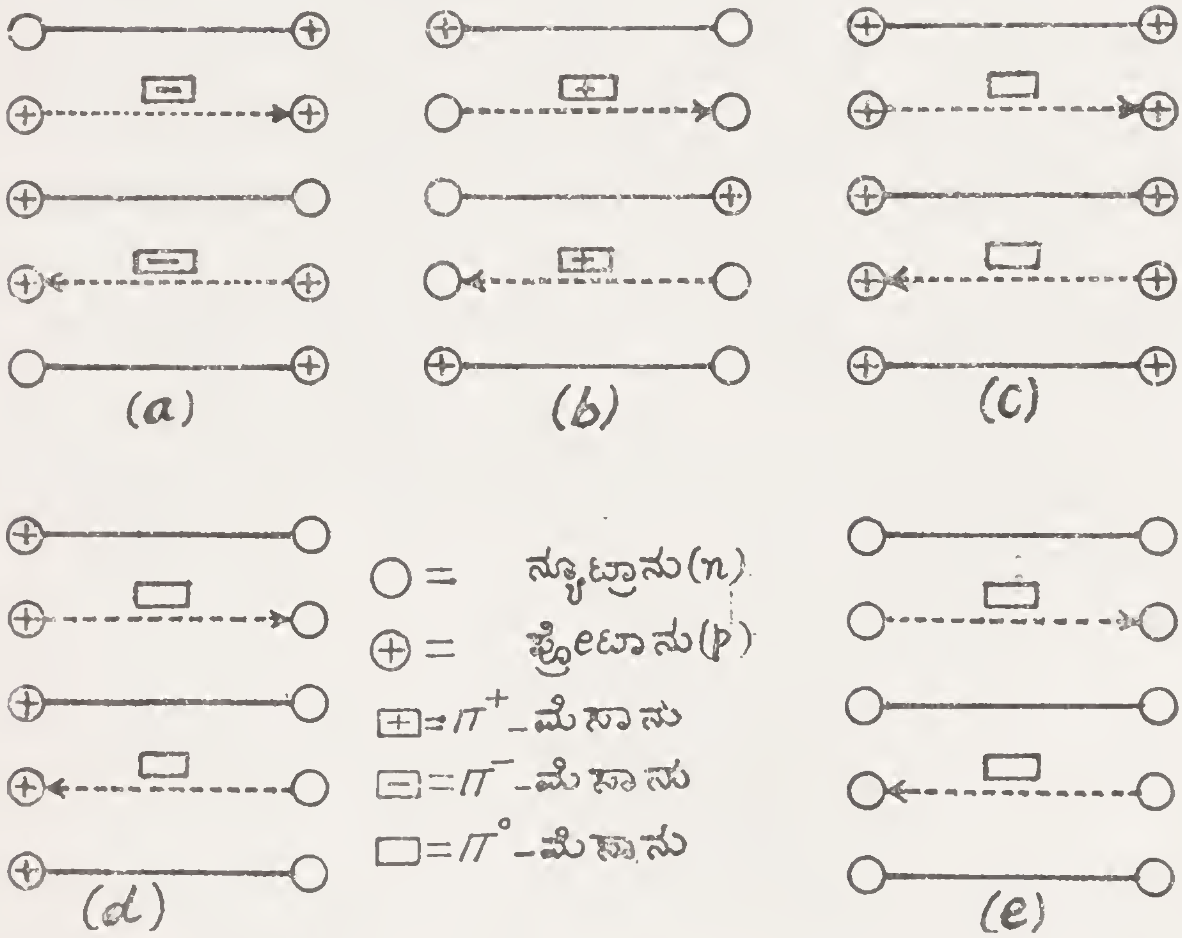
---

[8] ಹೈಸನ್ ಬರ್ಗ್‌ನ ಅನಿಶ್ಚಿತತೆ ತತ್ವ $\triangle E \triangle t \sim h$ ಪ್ರಕಾರ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣದ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ, π ಮೆಸಾನಿನ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯ ಶಕ್ತಿ $\triangle E$. ೧೩೯.೬ Mev ಯಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಶಕ್ತಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕೇವಲ $\triangle t \sim \frac{h}{\triangle E} \sim ೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡು ಮಾತ್ರ ಇರಬಲ್ಲದು. ಈ ಕಾಲವನ್ನು ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಬಹುದು.

ಮಿಥ್ಯ ಮೆಸಾನು ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಣಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩×೧೦^{೧೦} ಸೆಂಟಿಮೀಟರು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು. ಈ ಕಣಗಳ ಅಂತರ ಸುಮಾರು ೩×೧೦^{-೧೩} ಸೆಂಟಿಮೀಟರು. ಆದುದರಿಂದ ಮಿಥ್ಯ π ಮೆಸಾನು ಈ ದೂರವನ್ನು ಸುಮಾರು $\frac{೩ \times ೧೦^{-೧೩}}{೩ \times ೧೦^{೧೦}} = ೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ದಾಟುವುದು.

ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣವು ಇನ್ನೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಕ್ಕೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ರಿಯೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಕಣವು ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ದಾಟಿಹೋಗಲು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಮನೆಂದು

ಐಕ್ಯವಾದಾಗ ಮೊದಲಿದ್ದಂತೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು-ಪ್ರೋಟಾನು ಜೋಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಅದಲು ಬದಲು ಕ್ರಿಯೆಯು ಸದಾ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದಲೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು-ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಅಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನೊಳಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಬಂಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದು.



ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು π ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಎಸೆದಾಡುವುದು.

π ಮೆಸಾನನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಿರುವ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಬೇಕು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳಿಗೆ(ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳು, ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು, ಡ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು) ಹೆಚ್ಚಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಲು ಅನೇಕ ಕಣ ವೇಗವರ್ಧಕಗಳೆಂಬ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ೧೯೪೦ ರಿಂದೀಚೆಗೆ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಲೀನಿಯರ್ ಕಣವೇಗವರ್ಧಕ, ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನ್, ಬೀಟಾಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಸಿಂಕ್ರೊಟ್ರಾನ್ ಬಹುಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಸಿಂಕ್ರೊಟ್ರಾನ್ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಮಾರು ೩೦೦ Mev ಯಿಂದ ೩೦ Bevಯ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು

ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣದ ವ್ಯಾಸವು ಸುಮಾರು $೧೦^{-೧೩}$ ಸೆಮೀ. ; ಕಣದ ವೇಗ ಸುಮಾರು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ $೧೦^{೧೦}$ ಸೆಮೀ. ; ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕಾಲವು $೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡು ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ $೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಾಲದ ಏಕಮಾನವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

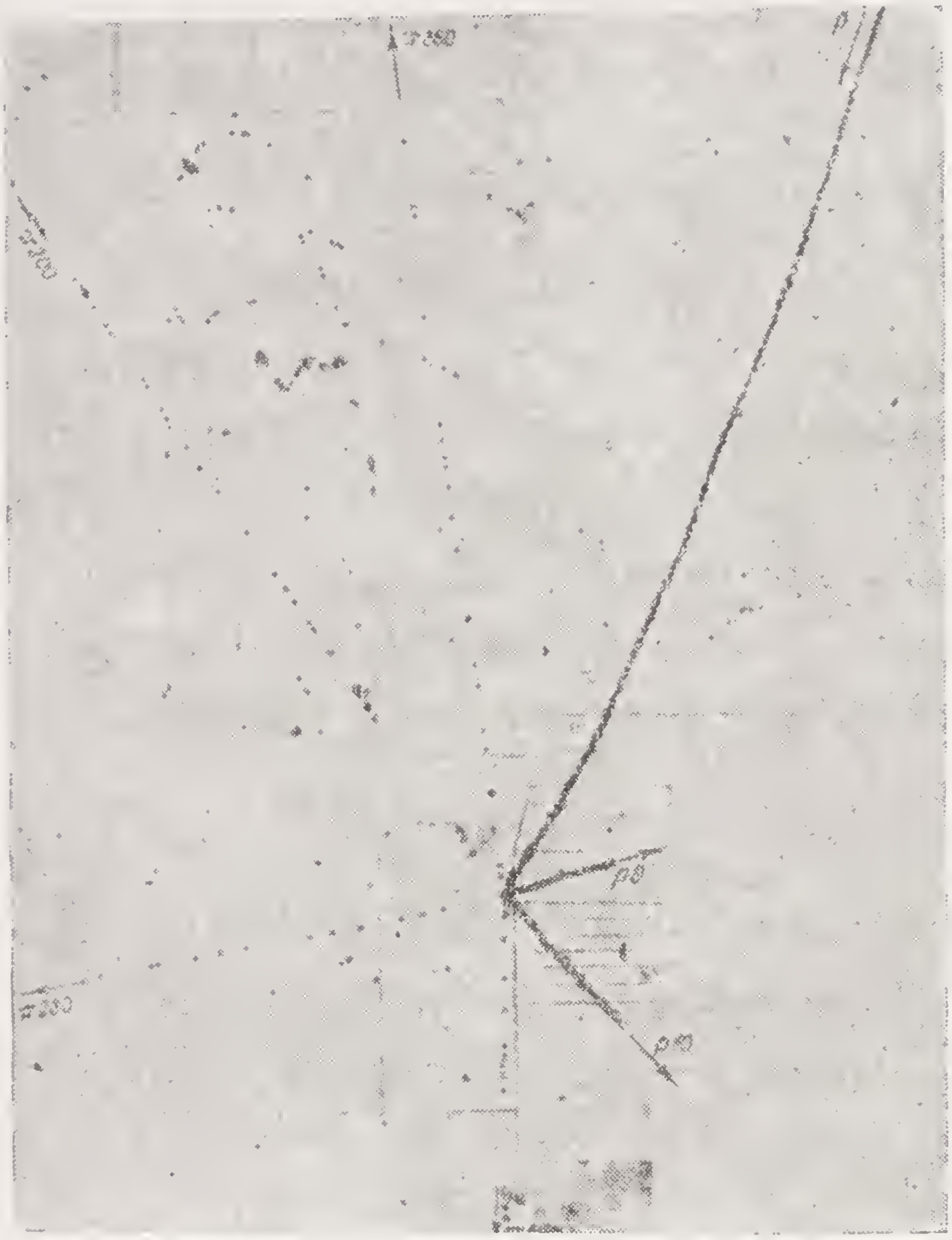
ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಹುದು. ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಬರ್ಕ್‌ಲಿಯಲ್ಲಿ ೧೮೪ ಅಂಗುಲದ ಸೈಕ್ಲೊಟ್ರಾನಿನಿಂದ ೩೮೦ Mev ಯ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಬೆರಿಲಿಯಂ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ π^+ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೇ ಬಾರಿಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ π^+ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನುಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಇತರ ಅನೇಕ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ π° ಮೆಸಾನನ್ನು ಕಣ ವೇಗವರ್ಧಕದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಇದು ಕೇವಲ ಸುಮಾರು ೧೦$^{-೧೫}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವುಳ್ಳದ್ದು ಮತ್ತು ಅದು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಎರಡು ಗ್ಯಾಮಾ ಫೋಟಾನುಗಳು (γ) ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು : $\pi^\circ \rightarrow \gamma + \gamma$. π ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಪ್ರೋಟಾನು–ಪ್ರೋಟಾನು ಅಥವಾ ಪ್ರೋಟಾನು–ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಡಿಕ್ಕಿಯಿಂದ ಈಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ :

$$p + p \longrightarrow n + p + \pi^+$$
$$p + p \longrightarrow p + p + \pi^\circ$$
$$p + n \longrightarrow p + p + \pi^-$$
$$p + n \longrightarrow p + n + \pi^\circ$$

ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ π ಮೆಸಾನುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. π ಮೆಸಾನನ್ನು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಗ್ಯಾಮ ಫೋಟಾನು – ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳ ಡಿಕ್ಕಿಯಿಂದಲೂ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದು.

$$\gamma + p \longrightarrow n + \pi^+$$
$$\gamma + p \longrightarrow p + \pi^\circ$$
$$\gamma + n \longrightarrow p + \pi^-$$

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು–ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಜೊತೆಯು ಲಯವಾದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳಾದ ಫೋಟಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವಷ್ಟೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಪ್ರೋಟಾನು–ವಿರೋಧಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಜೊತೆಯು ಲಯವಾದಾಗ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳಾದ π ಮೆಸಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು–ವಿರೋಧಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಜೊತೆಯು ಲಯವಾದಾಗ π ಮೆಸಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು.



$\bar{p}$-p ಜೊತೆ ಲಯ ಹೊಂದಿ ನಾಲ್ಕು π ಮೆಸಾನುಗಳು (π ೫೬೦, π ೨೮೦, π ೨೦೦ ಮತ್ತು π ೩೬೦) ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು ; ಇಲ್ಲಿ ೫೬೦, ೨೮೦, ೨೦೦, ೩೬೦, ಇವು π ಮೆಸಾನುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ (Mev ಯಲ್ಲಿ.) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಉದ್ರಿಕ್ತ ಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಭೂಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ ಎರಡು ಕಡಿಮೆ ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು (p ೯ ಮತ್ತು p ೧೦) ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣಗಳೂ (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು) ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳು ತಮ್ಮ ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ

ಸ್ವಯಂಪ್ರಭೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಮೂರು ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆ ಒಂದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಮತ್ತು ಕೃತಕ ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪವೆಂಬ ಎರಡು ಬಗೆಯುಂಟು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪವನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ೧೯೩೪ ರಲ್ಲಿ ಐರೀನ್ ಕ್ಯೂರಿ ಮತ್ತು ಆಕೆಯ ಪತಿ ಜೀನ್

ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಜೋಲಿಯೊರವರು ವೇಗವಾದ ಆಲ್ಫ ಕಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸನ್ನು ಭೇದಿಸಿದರು.

$$_{\text{೨}}He^{\text{೪}} + _{\text{೧೩}}Al^{\text{೨೭}} \rightarrow _{\text{೧೫}}P^{\text{೩೦}} + _{\text{೦}}n^{\text{೧}}$$

ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂನಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳೂ ಹೊರಬರುವುದನ್ನು ಅವರು ಕಂಡರು. ಆಲ್ಫ ಕಣ ಹಾಯಿಸುವುದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ಮೇಲೂ ಬಹಳ ಕಾಲ ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂನಿಂದ ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಲೇ ಇದ್ದುದನ್ನು ಕಂಡರು. ಇದನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ $_{\text{೧೫}}P^{\text{೩೦}}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿಂದ ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಕೃತಕ ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇಂತಹ ಕೃತಕ ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪವನ್ನು ತೋರಿಸಬಲ್ಲ ಇತರ ಅನೇಕ ರೇಡಿಯೋ ಐಸೊಟೋಪ್‌ಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ K ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು (e_k^-) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಕೆಲವು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ K ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಐಕ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಆದಾಗ ಆ ಮೂಲ ವಸ್ತು ಬೇರೆ ಮೂಲ ವಸ್ತುವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಆರ್ಗ್ಗಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ:

$$_{\text{೧೮}}A^{\text{೩೭}} + e_k^- \rightarrow _{\text{೧೭}}Cl^{\text{೩೭}}$$

ಇದಕ್ಕೆ K–ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು, ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು ಮತ್ತು K–ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್, ಈ ಮೂರು ಬಗೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೂ ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ; ಇವುಗಳನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ β^- ವಿಕ್ಷೇಪ, β^+ ವಿಕ್ಷೇಪ ಮತ್ತು K–ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು.

β^- ಮತ್ತು β^+ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ $_ZX^A$ ನಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ $_{Z+1}Y^A$ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು; ಅಂದರೆ

$$_ZX^A \rightarrow _{Z+1}Y^A + e^-$$

ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುವುದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಪಾಸಿಟ್ರಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿದರೆ, $_{Z-1}W^A$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಆಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುದು; ಅಂದರೆ

$$_{Z}X^{A} \rightarrow {}_{Z-1}W^{A} + e^{+}$$

ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುವುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯುವ ಮೊದಲು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೆ ಆವೇಗವಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಕ್ರಿಯೆಯಾದನಂತರವೂ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಆವೇಗ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಿರಬೇಕು; ಅಂದರೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಬೀಟ ಕಣಗಳ ಆವೇಗಗಳು ಸಮನಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ಇರಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ಬೀಟ ಕಣಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರಬೇಕೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಬೀಟಕಣಗಳು ಸೊನ್ನೆಯಿಂದ ಹಿಡಿದು T_{max} ವರೆಗೂ ಚಲನಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು. ಹಾಗಾದರೆ ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯು ಶಕ್ತಿನಿತ್ಯತ್ವತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಅಥವಾ ಆವೇಗ ನಿತ್ಯತ್ವತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಈ ತತ್ವಗಳಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಗಾಢ ನಂಬಿಕೆಯಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಕೈಬಿಡಲು ಯಾರೂ ಸಿದ್ಧರಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗಾದರೆ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಹೇಗೆ ಬಿಡಿಸುವುದು? ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪಿನ್ ಎಂಬ ಭ್ರಮಣಪರಿಮಾಣವೂ ನಿತ್ಯತ್ವತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಬೇಕು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ $_{Z}X^{A}$ನ ಸ್ಪಿನ್ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾಗಿದ್ದರೆ $_{Z+1}Y^{A}$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಪಿನ್ ಕೂಡ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ (ಯಾಕೆಂದರೆ ಇದರ ಬೆಲೆಯು, ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಸಂಖ್ಯೆ(A) ಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ). ಇದು ಅರ್ಧಾಂಕವಾಗಿದ್ದರೆ, ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಪಿನ್ ಕೂಡ ಅರ್ಧಾಂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪಾಸಿಟ್ರಾನುಗಳ ಸ್ಪಿನ್ ಅರ್ಧಾಂಕ ($\frac{೧}{೨}$) ವಾದುದರಿಂದ, ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರ ಒಟ್ಟು ಭ್ರಮಣಪರಿಮಾಣವು, ಮೊದಲು ಪೂರ್ಣಾಂಕವಿದ್ದರೆ, ಅರ್ಧಾಂಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಥವಾ ಮೊದಲು ಅರ್ಧಾಂಕವಿದ್ದರೆ, ಅನಂತರ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭ್ರಮಣಪರಿಮಾಣವೂ ನಿತ್ಯತ್ವತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ೧೯೩೧ರಲ್ಲಿ ಪೌಲಿ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೀಟ ಕಣದ ಜೊತೆಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾದ (ಬಹುಶಃ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ $m_0 = o$) ಸ್ಪಿನ್ $\frac{೧}{೨}$ ಹೊಂದಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣವೊಂದು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಿರಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿಸಿದನು. ಈ ಕಣಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪೌಲಿಯು ಈ ಊಹೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಫರ್ಮಿ ಎಂಬ ಶ್ರೇಷ್ಠ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಬೀಟ ವಿಕ್ಷೇಪದ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದನು. ಈ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ β^{-} ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು; β^{+} ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು; K–ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್ ಆದಾಗಲೂ ಪ್ರೋಟಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುವುದು.

β^- ಕ್ರಿಯೆ : $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}$ (i) ($\bar{\nu}$ = ವಿರೋಧಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ)
β^+ ಕ್ರಿಯೆ : $p \rightarrow n + e^+ + \nu$ (ii)
K–ಕ್ಯಾಪ್ಚರ್ : $p + e_K^- \rightarrow n + \nu$ (iii)

(i)ನೇ β^- ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬಿಡಿಯಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನೂ ಕೂಡ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಬಿಡಿಯಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಕಣ ಮತ್ತು ಇದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವು ೧೧೧೦ ಸೆಕೆಂಡುಗಳು. (ii) ಮತ್ತು (iii)ನೇ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಬಂಧಿತವಾದ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಾಣಬಹುದು. ಬಿಡಿಯಾದ ಪ್ರೋಟಾನು ಸ್ಥಿರವಾದ ಕಣ.

ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯು ಆವೇಗ, ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣ ಪರಿಮಾಣಗಳ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ β^- ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇಲ್ಲಿ

$$_ZX^A \rightarrow {}_{Z+1}Y^A + e^- + \bar{\nu}$$

ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುವುದು. ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರ ಮೂರು ಕಣಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಬೀಟ ಕಣದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಸೊನ್ನೆಯಿಂದ T_{max} ವರೆಗೂ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. $_ZX^A$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಪಿನ್ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾದರೆ, $_{Z+1}Y^A$ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಸ್ಪಿನ್ ಕೂಡ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ½ ಸ್ಪಿನ್ ಪಡೆದಿರುವುದರಿಂದ ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರವೂ ಒಟ್ಟು ಭ್ರಮಣಪರಿಮಾಣ ಪೂರ್ಣಾಂಕವಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣವನ್ನು ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ವೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ ;

$$\bar{\nu} + p \rightarrow n + e^+$$

ಈ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ $\bar{\nu}$ನ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ೧೯೬೨ರಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳಿವೆಯೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ; ಒಂದನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν_e) ಎಂದೂ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಮ್ಯೂಯಾನ್ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν_μ) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇವುಗಳ ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳು $\bar{\nu}_e$ ಮತ್ತು $\bar{\nu}_\mu$. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ π ಮೆಸಾನ್, μ ಮೆಸಾನ್‌ಗಳು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗಲೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ :

$$n \longrightarrow p + e^{-} + \bar{\nu}_e$$

$$p \longrightarrow n + e^{+} + \nu_e$$

$$p + e_k^{-} \longrightarrow n + \nu_e$$

$$\pi^{+} \longrightarrow \mu^{+} + \nu_\mu$$

$$\pi^{-} \longrightarrow \mu^{-} + \bar{\nu}_\mu$$

$$\mu^{+} \longrightarrow e^{+} + \nu_e + \bar{\nu}_\mu$$

$$\mu^{-} \longrightarrow e^{-} + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$$

ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿ (೧೯೬೭)

ಪಾಸಿಟ್ರಾನು, μ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು π ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆಂದು ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದೆವು. ಇದೇ ರೀತಿ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಅಸ್ಥಿರ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು? ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ೧೦೪ev ಇಂದ ೧೦²⁰evವರೆಗೂ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು, ಆಲ್ಫ ಕಣ ಮುಂತಾದ ಕಣಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ವಾಯುಮಂಡಲದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ π ಮೆಸಾನು ಮುಂತಾದ ಮೂಲಕಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. π^{+} ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ μ^{+} ಮೆಸಾನೂ, π^{-} ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ μ^{-} ಮೆಸಾನೂ, μ^{+} ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಪಾಸಿಟ್ರಾನೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಈ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದುದು.

ಮೂಲಕಣಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವುಗಳೆಂದರೆ—ಮೇಘಮಂದಿರ, ಡಿಫ್ಯೂಷನ್ ಮಂದಿರ, ಗೈಗರ್–ಮುಲರ್ ಗಣಕ (ಜಿ. ಎಮ್. ಗಣಕ), ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರ ಫಲಕ, ಸೆರೆಂಕೋವ್ ಉಪಕರಣ, ಮಿರುಗುಗಣಕ, ಗುಳ್ಳೆ ಮಂದಿರ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ಕಿಡಿ ಮಂದಿರ (ಸ್ಪಾರ್ಕ್ ಮಂದಿರ). ಜಿ. ಎಮ್. ಗಣಕ ಮತ್ತು ಮಿರುಗುಗಣಕಗಳನ್ನು ಎಣಿಕೆಯ ಸಾಧನಗಳೆಂದೂ, ಸೆರೆಂಕೋವ್ ಉಪಕರಣವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದವುಗಳನ್ನು ಗೋಚರ ಸಾಧನಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಜಿ. ಎಮ್. ಗಣಕಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಹಾದುಹೋದಾಗ ಅಯಾನು

ಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ಒದಗುವ ಸ್ಪಂದನವನ್ನು ನಾವು ಗುರ್ತಿಸಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಮಿರುಗುಗಣಕಗಳ ಮೇಲೆ ಗ್ಯಾಮ ಕಣ, ಬೀಟ ಕಣ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಮಿರುಗುವ ಕಿರಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು "ಫೋಟೋ-ಸೆಲ್"ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಪಂದನವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ನಾವು ಗುರ್ತಿಸಬಹುದು. ಗೋಚರ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ಜಾಡುಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಕಣಗಳ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣಗಳು (ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು) ಈ ರೀತಿಯ ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಲು ಅವುಗಳು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಸಂಭವಿಸಬಹುದಾದ ಬೇರೆ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತೇವೆ; ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಜಲಜನಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಾಗ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು ಗುರ್ತಿಸಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣಗಳು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಜಾಡುಗಳನ್ನು ಬಿಡುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಆ ಕಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು; ಅಂದರೆ ಈ ಜಾಡುಗಳು ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣದ ರುಜುವಿದ್ದಂತೆ! ಒಂದು ಜನರ ಗುಂಪಿನ ಮೂಲಕ ಬಂದೂಕದಿಂದ ಗುಂಡು ಹಾರಿಸಿದರೆ, ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದು ಗಾಯಗೊಂಡ ಜನರು; ಆಗ ಬಂದೂಕದ ಗುಂಡು ಹಾದುಹೋಗಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಮೂಲಕಣಗಳ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ನಾವು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು.

೧೯೪೭ರಲ್ಲಿ ರೊಚೆಸ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಬಟ್ಲರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೇಘ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಅಸ್ಥಿರ ಕಣಗಳ ಶಿಥಿಲವಾಗುವಿಕೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಲಾದ ಮತ್ತು ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸುವ Λ-ರೀತಿಯ ಜಾಡುಗಳುಳ್ಳ ಎರಡು ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಕ್ರಮೇಣ ಈ ರೀತಿಯ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಬೇರೆಯವರೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ π^+ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು ಮತ್ತು ಇದನ್ನು θ° ಕಣವೆಂದು ಕರೆದರು: $\theta^\circ \rightarrow \pi^+ + \pi^-$. ಇನ್ನೊಂದು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು ಮತ್ತು ಇದನ್ನು Λ° ಹೈಪರಾನ್ ಎಂದು ಕರೆದರು: $\Lambda^\circ \rightarrow p + \pi^-$. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಮೂಲಕಣಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಲಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ೧೯೬೨ರ ವೇಳೆಗೆ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಾಗಿದ್ದ ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ೮೪೮-೮೪೯ನೆ ಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಈ ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ೧೯೩೨ರಿಂದಲೂ ಬೆಳೆಯುತ್ತಲೇ ಬಂದಿದೆ!

ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವವಿಲ್ಲದ, ಎಂದರೆ $m_o = 0$ ಇರುವ, ಫೋಟಾನನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ, ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹದಿನಾರು ಮೂಲಕಣಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹದಿನೈದು ಕಣಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧಿಕಣಗಳಿವೆ; π° ಮೆಸಾನು ಮಾತ್ರ ಮೂಲಕಣವೂ ಅದೇ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿಕಣವೂ ಅದೇ. ಅಂದರೆ π° ಮೆಸಾನಿಗೆ ಬೇರೆ ವಿರೋಧಿಕಣವಿಲ್ಲ, ಯಾವುದೇ ಮೂಲಕಣ ಮತ್ತು ಅದರ ವಿರೋಧಿಕಣಗಳಿಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯ ಜಡತ್ವ. ಸ್ಪಿನ್ ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕಣವು ಧನ (ಋಣ) ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಅದರ ವಿರೋಧಿಕಣವು ಋಣ (ಧನ) ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಮೂಲಕಣವು ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊಂದಿ, ಅದರ ಸ್ಪಿನ್ ಸೊನ್ನೆಯಲ್ಲದೆ ಬೇರೆಯಾದರೆ, ಅದು ಆಂತರಿಕ ಕಾಂತಮಹತ್ವ (μ) ವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಮೂಲಕಣದ ಆಂತರಿಕ ಕಾಂತ ಮಹತ್ವ $+\mu$ ಆದರೆ, ಅದರ ವಿರೋಧಿಕಣದ್ದು $-\mu$ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಣವೆಂದೂ, ಪಾಸಿಟ್ರಾನನ್ನು ವಿರೋಧಿಕಣವೆಂದೂ ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಇದು ಬರಿಯ ಸಂಪ್ರದಾಯ, ಯಾಕೆಂದರೆ ಪಾಸಿಟ್ರಾನನ್ನು ಕಣವೆಂದೂ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ವಿರೋಧಿ ಕಣವೆಂದೂ ಕರೆದರೆ ತಪ್ಪೇನಿಲ್ಲ.

ವಿಚಿತ್ರಕಣಗಳು :

K ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಹೈಪರಾನುಗಳಿಗೆ ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. K ಮೆಸಾನುಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ಕಣವಾದ K^+ ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ ರಹಿತ ಕಣವಾದ K° ಮೆಸಾನು ಎಂಬ ಎರಡು ಮೂಲಕಣಗಳೂ ಮತ್ತು ಇವುಗಳ ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳಾದ K^- ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು $\bar{K}^\circ$ ಮೆಸಾನೂ ಇವೆ. ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಡ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಜಡತ್ವಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಜಡತ್ವವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೆ ಹೈಪರಾನುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಆರು ವಿಧವಾದ ಹೈಪರಾನುಗಳನ್ನೂ, ಅವುಗಳ ವಿರೋಧಿಕಣಗಳನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಿದೆ. K ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಹೈಪರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲು ಕಾರಣ ವೇನು? ಈ ಕಣಗಳಿಗೂ ಬೇರೆ ಕಣಗಳಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದರೂ ಏನು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಏಳುತ್ತವೆ.

ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ π^- ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ಜಲಜನಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ $\pi^- + p \rightarrow \Lambda^\circ$ (೧) ಎಂಬ ಉಪಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ Λ° ಹೈಪರಾನು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವುದು ಕೇವಲ $೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡು. Λ° ಹೈಪರಾನು ಅಸ್ಥಿರವಾದ ಕಣ ಮತ್ತು ಅದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನ ೨.೫೧×೧೦^{-೧೦} ಸೆಕೆಂಡು. ಶಿಥಿಲಕ್ರಿಯೆ $\Lambda^\circ \rightarrow \pi^- + p$

ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿ (೧೯೬೨)

ಮೂಲಕಣದ ಹೆಸರು ಮತ್ತು ಸಂಕೇತ*	ವಿರೋಧಿ ಕಣದ ಹೆಸರು ಮತ್ತು ಸಂಕೇತ	ಜಡತ್ವ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ)	ಸ್ಪಿನ್	ಸ್ಥಿರತೆ	ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನ (ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ)	ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುವ ಬಗೆಗಳು
೧. ಫೋಟಾನು (γ)	—	೦	೧	ಸ್ಥಿರ	—	—
ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳು						
೨. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್–ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν_e)	$\overline{\nu}_e$	<೦.೦೧	½	ಸ್ಥಿರ	—	—
೩. ಮ್ಯೂಯಾನ್–ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ (ν_μ)	$\overline{\nu}_\mu$	<೭	½	ಸ್ಥಿರ	—	—
೪. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು (e^- ಅಥವಾ β^-)	ಪಾಸಿಟ್ರಾನು e^+ ಅಥವಾ β^+	೧	½	ಸ್ಥಿರ	—	—
೫. μ^+ ಕಣ ಅಥವಾ ಧನ ಮ್ಯೂಯಾನ್** (μ^+)	ಋಣ ಮ್ಯೂಯಾನ್ (μ^-)	೨೦೭	½	ಅಸ್ಥಿರ	೨.೨೧×೧೦⁻⁶	$\mu^+ \to e^+ + \nu_e + \overline{\nu}_\mu$ $\mu^- \to e^- + \overline{\nu}_e + \nu_\mu$
ಮೆಸಾನುಗಳು						
೬. π^0 ಮೆಸಾನು	π^0 ಮೆಸಾನು	೨೬೪	೦	ಅಸ್ಥಿರ	೨.೨×೧೦⁻¹⁶	$\pi^0 \to \gamma + \gamma$
೭. π^+ ಮೆಸಾನು	π^- ಮೆಸಾನು	೨೭೩	೦	ಅಸ್ಥಿರ	೨.೫೫×೧೦⁻⁸	$\pi^+ \to \mu^+ + \nu_\mu$ $\pi^- \to \mu^- + \overline{\nu}_\mu$
೮. K^+ ಮೆಸಾನು	K^- ಮೆಸಾನು	೯೬೬	೦	ಅಸ್ಥಿರ	೧.೨೨×೧೦⁻⁸	$K^+ \to \mu^+ + \nu_\mu$; $K^- \to \mu^- + \overline{\nu}_\mu$ $K^+ \to \pi^+ + \pi^0$; $K^- \to \pi^- + \pi^0$ $K^+ \to \pi^+ + \pi^+ + \pi^-$; $K^- \to \pi^- + \pi^- + \pi^+$ $K^+ \to \pi^+ + \pi^0 + \pi^0$; $K^- \to \pi^- + \pi^0 + \pi^0$
೯. K^0 ಮೆಸಾನು	$\overline{K}^0$ ಮೆಸಾನು	೯೭೫	೦	ಅಸ್ಥಿರ	K^0_1 ೧.೦×೧೦⁻¹⁰ K^0_2 ೬.೧×೧೦⁻⁸	$K^0_1 \to \pi^+ + \pi^-$; $\overline{K}^0_1 \to \pi^- + \pi^+$ $K^0_1 \to \pi^0 + \pi^0$; $\overline{K}^0_1 \to \pi^0 + \pi^0$ $K^0_1 \to \pi^+ + \pi^- + \pi^0$; $\overline{K}^0_1 \to \pi^- + \pi^+ + \pi^0$ $K^0_2 \to \pi^+ + \mu^- + \overline{\nu}_\mu$; $\overline{K}^0_2 \to \pi^- + \mu^+ + \nu_\mu$ $K^0_2 \to \pi^- + \mu^+ + \nu_\mu$; $\overline{K}^0_2 \to \pi^+ + \mu^- + \overline{\nu}_\mu$ $K^0_2 \to \pi^+ + e^- + \overline{\nu}_e$; $\overline{K}^0_2 \to \pi^- + e^+ + \nu_e$ $K^0_2 \to \pi^- + e^+ + \nu_e$; $\overline{K}^0_2 \to \pi^+ + e^- + \overline{\nu}_e$

* + ಎಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಮೊತ್ತವು +e ಎಂದೂ, – ಎಂದರೆ –e ಎಂದೂ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು ಮತ್ತು ೦ ಎಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕಣವೆಂದೂ ತಿಳಿಯಬೇಕು.

** ಮ್ಯೂ ಮೆಸಾನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕ್ವಾಂಟಂ ಅಲ್ಲವೆಂದು ಗೊತ್ತಾದನಂತರ ಅದನ್ನು ಮ್ಯೂಯಾನು ಅಥವಾ μ ಕಣವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿ (೧೯೬೨) ಮುಂದುವರಿದುದು

ಬೇರಿಯಾನುಗಳು						
೧೦. ಪ್ರೋಟಾನು (p)	ವಿರೋಧಿ ಪ್ರೋಟಾನು ($\bar{p}$)	೧೮೩೬	೧/೨	ಸ್ಥಿರ	—	—
೧೧. ನ್ಯೂಟ್ರಾನು (n)	ವಿರೋಧಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ($\bar{n}$)	೧೮೩೮	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೧೧೧೦	$n \rightarrow p+e^-+\bar{\nu}_e$; $\bar{n} \rightarrow \bar{p}+e^++\nu_e$
೧೨. ಲ್ಯಾಂಬ್ಡ ಹೈಪರಾನ್ (Λ°)	ವಿರೋಧಿ ಲ್ಯಾಂಬ್ಡ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Lambda}^\circ$)	೨೧೮೨	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೨.೫೧$\times$೧೦$^{-೧೦}$	$\Lambda^\circ \rightarrow p+\pi^-$; $\bar{\Lambda}^\circ \rightarrow \bar{p}+\pi^+$ $\Lambda^\circ \rightarrow n+\pi^\circ$; $\bar{\Lambda}^\circ \rightarrow \bar{n}+\pi^\circ$
೧೩. ಧನಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ (Σ^+)	ವಿರೋಧಿ ಧನಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Sigma}^+$)	೨೩೨೮	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೦.೮೧$\times$೧೦$^{-೧೦}$	$\Sigma^+ \rightarrow p+\pi^\circ$; $\bar{\Sigma}^+ \rightarrow \bar{p}+\pi^\circ$ $\Sigma^+ \rightarrow n+\pi^+$; $\bar{\Sigma}^+ \rightarrow \bar{n}+\pi^-$
೧೪. ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ (Σ°)	ವಿರೋಧಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Sigma}^\circ$)	೨೩೩೦	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	<೦.೧$\times$೧೦$^{-೧೪}$	$\Sigma^\circ \rightarrow \Lambda^\circ+\gamma$; $\bar{\Sigma}^\circ \rightarrow \bar{\Lambda}^\circ+\gamma$
೧೫. ಋಣಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ (Σ^-)	ವಿರೋಧಿ ಋಣಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Sigma}^-$)	೨೩೪೨	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೧.೬೧$\times$೧೦$^{-೧೦}$	$\Sigma^- \rightarrow n+\pi^-$; $\bar{\Sigma}^- \rightarrow \bar{n}+\pi^+$
೧೬. ಋಣ ಕ್ಯಾಸ್ಕೇಡ್ ಹೈಪರಾನ್ (Ξ^-)	ವಿರೋಧಿ ಋಣ ಕ್ಯಾಸ್ಕೇಡ್ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Xi}^-$)	೨೫೮೫	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೧.೨$\times$೧೦$^{-೧೦}$	$\Xi^- \rightarrow \Lambda^\circ+\pi^-$; $\bar{\Xi}^- \rightarrow \bar{\Lambda}^\circ+\pi^+$
೧೭. ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕ್ಯಾಸ್ಕೇಡ್ ಹೈಪರಾನ್ (Ξ°)	ವಿರೋಧಿ ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಕ್ಯಾಸ್ಕೇಡ್ ಹೈಪರಾನ್ ($\bar{\Xi}^\circ$)	೨೫೭೯	೧/೨	ಅಸ್ಥಿರ	೧.೫$\times$೧೦$^{-೧೦}$	$\Xi^\circ \rightarrow \Lambda^\circ+\pi^\circ$; $\bar{\Xi}^\circ \rightarrow \bar{\Lambda}^\circ+\pi^\circ$

Σ° ಹೈಪರಾನಿನ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದು ಕೆಲವು ಲೆಖ್ಖಾಚಾರದಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುವ ಅಂಶ ಮಾತ್ರ.

ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳಿಗೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿಲ್ಲ.

ವಿರೋಧಿ ಕಣಗಳು ಶಿಥಿಲವಾಗುವ ಬಗೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಇಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಬಗೆಗಳು ಉಂಟೆಂಬ ನಂಬಿಕೆಗೆ ಅನೇಕ ಆಧಾರಗಳಿವೆ.

K ಮೆಸಾನುಗಳು ಮತ್ತು ವಿವಿಧ ಹೈಪರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಚಿತ್ರಕಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಸ್ಪಿನ್ ಅರ್ಧಾಂಕ (೧/೨) ವುಳ್ಳ ಕಣಗಳನ್ನು ಫರ್ಮಿಯಾನುಗಳೆಂದೂ, ಪೂರ್ಣಾಂಕವುಳ್ಳ (೦ ಅಥವಾ ೧) ಕಣಗಳನ್ನು ಬೋಸಾನುಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಯನ್ನು (೨) ಎಂದು ಸೂಚಿಸೋಣ. ಈ (೧) ಮತ್ತು (೨) ನೇ ಉಪಕ್ರಿಯೆ ಗಳೆರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ವಿಧವಾದ ಮೂಲಕಣಗಳು (π^- ಮತ್ತು p) ಭಾಗ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೂ ಈ ಎರಡು ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೂ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನು?

ಈ ಮೂಲಕಣಗಳು ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯ ಎಂಬ ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಈ ಗುಣಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಂ ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಮಾತ್ರ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯದ ಕ್ವಾಂಟಂಸಂಖ್ಯೆ +೧ ಅಥವಾ –೧ ಮಾತ್ರ ಇರಬಲ್ಲದು. ಕ್ವಾಂಟಂಸಂಖ್ಯೆ+೧ ಆದರೆ ಕಣವನ್ನು ಸರಿ–ಸಾಮ್ಯದ ಕಣ ವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಕ್ವಾಂಟಂಸಂಖ್ಯೆ –೧ ಆದರೆ ಕಣವನ್ನು ಬೆಸ ಸಾಮ್ಯದ ಕಣ ವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮೂಲಕಣಗಳು ಭಾಗವಹಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ರಿಯೆ ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಟ್ಟು ಸಾಮ್ಯವು ಕ್ರಿಯೆಯಾದ ನಂತರವೂ ಮೊದಲಿದ್ದಷ್ಟೇ ಇರ ಬೇಕೆಂಬ ನಿಯಮವಿದೆ. π ಮೆಸಾನಿನ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು ಬೆಸವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. K^+ ಮೆಸಾನು,

$$K^+ \rightarrow \pi^+ + \pi^+ + \pi^- \quad (i)$$

ಎಂಬ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶಿಥಿಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಶಿಥಿಲೀಭವನವನ್ನು τ ಬಗೆ (ಟೌ–ಬಗೆ)ಯೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. K° ಮೆಸಾನು,

$$K^\circ \rightarrow \pi^+ + \pi^- \quad (ii)$$

ಎಂಬ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಶಿಥಿಲವಾಗುತ್ತದೆ; ಇದನ್ನು θ ಬಗೆ (ಥೀಟ ಬಗೆ)ಯ ಶಿಥಿಲೀ ಭವನವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. (i) ರಲ್ಲಿ ಮೂರು π ಮೆಸಾನುಗಳೂ (ii) ರಲ್ಲಿ ಎರಡು π ಮೆಸಾನುಗಳೂ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಶಿಥಿಲವಾದನಂತರ ಕಣಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಾಮ್ಯವನ್ನು ಅವುಗಳ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯದ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಗುಣಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ (i)ನೇ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ τ ಕಣದ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು ಬೆಸವೆಂದೂ (ii)ನೇ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ θ ಕಣದ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು ಸರಿಯೆಂದೂ ತಿಳಿದು ಬರುವುದು. ಆದರೆ τ ಕಣ ಮತ್ತು θ ಕಣಗಳ ಜಡತ್ವ ಮತ್ತು ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವೆರಡೂ ಒಂದೇ ಮೂಲಕಣದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಿಥಿಲೀಭವನ ಬಗೆಗಳೆಂದೂ ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಹಾಗಾದರೆ ಸಾಮ್ಯದ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವು ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದಿಲ್ಲವೇ? ಈ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿ ಇದನ್ನು τ–θ (ಟೌ–ಥೀಟ) ಒಗಟು ಎಂದು ಕರೆದರು.

ಈ ಹೊಸ ಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾಲಕ್ಕೂ, ಶಿಥಿಲವಾಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಸರಾಸರಿ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ಬಹು ಹೆಚ್ಚಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮತ್ತು τ–θ

ಒಗಟು ಅರ್ಥವಾಗದೇ ಇದ್ದುದರಿಂದ K ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಹೈಪರಾನುಗಳನ್ನು ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳೆಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಪಯಾಸ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು "ಜೊತೆಗೂಡಿದ ಉತ್ಪತ್ತಿ" ಎಂಬ ನಿಯಮವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದನು. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಈ ನಿಯಮಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ಯಾವ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆಯೂ ಕಂಡು ಬಂದಿಲ್ಲ. ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾಲಕ್ಕೂ, ಶಿಥಿಲವಾಗಲು ಬೇಕಾಗುವ ಸರಾಸರಿ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ, ಬಹುಶಃ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಜೋಡಿಯಿದ್ದು ಶಿಥಿಲವಾಗುವಾಗ ಒಂದೇ ಕಣವಿರುವುದೇ ಕಾರಣವಿರಬಹುದು. ಆದರೂ ಈ ವಿವರಣೆಯು ಅಷ್ಟು ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ೧೯೫೩ರಲ್ಲಿ ಗೆಲ್-ಮಾನ್ ಮತ್ತು ನಿಷಿಜಿಮಾ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಬ್ಬರು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ವಾದವನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ವಿಚಿತ್ರ ಕಣಗಳ ಗೆಲ್-ಮಾನ್-ನಿಷಿಜಿಮಾ ರಚನೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರಚನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ವಿಚಿತ್ರಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ (S) ಎಂಬ ಹೊಸ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಗುರ್ತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಮೂಲಕಣಕ್ಕೆ ಧನ (ಋಣ) ವಿಚಿತ್ರಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ ಇದ್ದರೆ, ಅದರ ವಿರೋಧಿ ಕಣಕ್ಕೆ ಋಣ (ಧನ) ವಿಚಿತ್ರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರುತ್ತದೆ. π ಮೆಸಾನುಗಳಿಗೂ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳಿಗೂ (p ಮತ್ತು n) $S=0$. K^+ ಮೆಸಾನು, K° ಮೆಸಾನು, Λ° ಹೈಪರಾನು, Σ^+ ಹೈಪರಾನು, Σ° ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು Σ^- ಹೈಪರಾನುಗಳಿಗೆ S = +೧; K^- ಮೆಸಾನು, $\bar{K}^\circ$ ಮೆಸಾನು, $\bar{\Lambda}^\circ$ ಹೈಪರಾನು, $\bar{\Sigma}^+$ ಹೈಪರಾನು, $\bar{\Sigma}^\circ$ ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು $\bar{\Sigma}^-$ ಹೈಪರಾನುಗಳಿಗೆ S = −೧. Ξ^- ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು Ξ° ಹೈಪರಾನುಗಳಿಗೆ S = −೨ ; $\bar{\Xi}^-$ ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು $\bar{\Xi}^\circ$ ಹೈಪರಾನುಗಳಿಗೆ S = +೨. ಉಳಿದ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೆ ಈ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಗೆಲ್-ಮಾನ್-ನಿಷಿಜಿಮಾ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಎಲ್ಲಾ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ವಿಚಿತ್ರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತವೆ; ಆದರೆ, ಶಿಥಿಲೀ ಭವನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಈ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.[9] ಆದುದರಿಂದಲೇ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಶಿಥಿಲೀ ಭವನ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಅಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸ

---

[9] Λ° ಹೈಪರಾನಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆ ($\pi^- + p \rightarrow \Lambda^\circ + K^\circ$) ಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲು ಒಟ್ಟು ವಿಚಿತ್ರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ $S=0$; ಅನಂತರ Λ° ಹೈಪರಾನಿನ S = −೧, K° ಮೆಸಾನಿನ S = +೧, ಆದುದರಿಂದ ಒಟ್ಟು S = ೧ − ೧ = 0. ಅಂದರೆ S ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಿದೆ. ಆದರೆ ಶಿಥಿಲಕ್ರಿಯೆ ($\Lambda^\circ \rightarrow \pi^- + p$) ಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲು S = −೧; ಅನಂತರ $S=0$. ಆದುದರಿಂದ S ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಿಲ್ಲ. (ಮುಂದಿನ ಪುಟದ ಚಿತ್ರ)

ವಿರುವುದು. Σ° ಹೈಪರಾನು ಸರಾಸರಿ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೨೦}$ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಶಿಥಿಲ ವಾಗುತ್ತದೆ; ಈ ಕಾಲವು ಉತ್ಪತ್ತಿಕಾಲ ($೧೦^{-೨೩}$ ಸೆಕೆಂಡು)ಕ್ಕಿಂತ ಅಷ್ಟು



Λ° ಹೈಪರಾನು ಮತ್ತು K° ಮೆಸಾನಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಶಿಥಿಲೀಭವನ (ಜಲಜನಕದ ಗುಳ್ಳೆಮಂದಿರ) :

$$\pi^- + p \rightarrow \Lambda^\circ + K^\circ$$

$$K^\circ \rightarrow \pi^+ + \pi^-$$

$$\Lambda^\circ \rightarrow \pi^- + p$$

AB— π^-ಮೆಸಾನಿನ ಜಾಡು.

B ನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನಿನೊಡನೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದು, Λ° ಮತ್ತು K° ಕಣಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯಾಗುತ್ತವೆ. C ನಲ್ಲಿ K° ಮೆಸಾನು ಶಿಥಿಲವಾಗಿ π^+ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನುಗಳು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. D ನಲ್ಲಿ Λ° ಹೈಪರಾನು ಶಿಥಿಲವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನ್ (p) ಮತ್ತು π^- ಮೆಸಾನುಗಳು ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ.

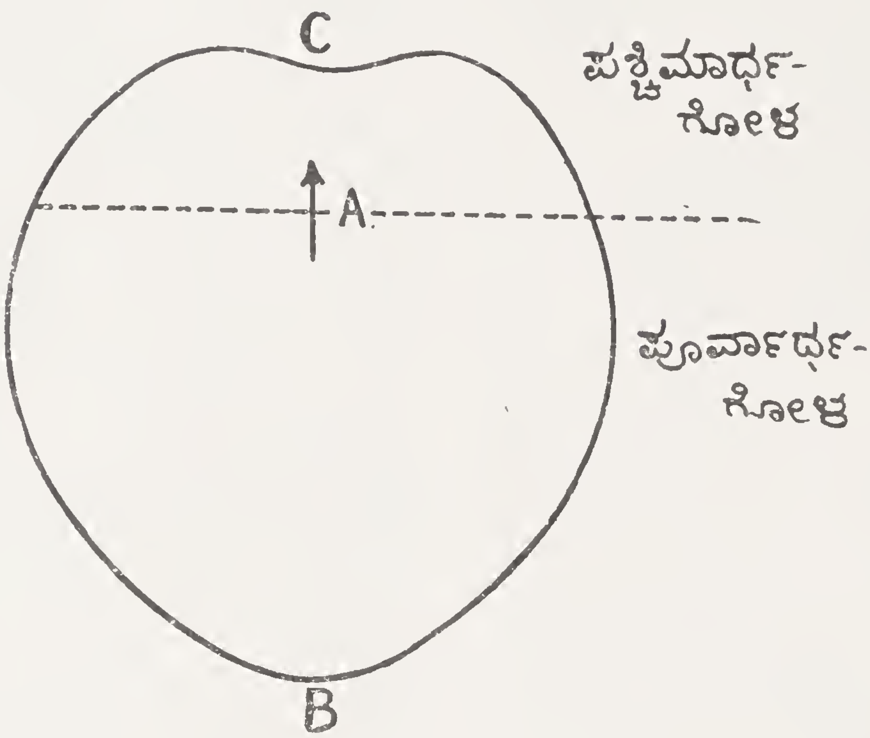
ಹೆಚ್ಚಿನದೇನಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅದರ ಶಿಥಿಲೀಭವನ ವಿಚಿತ್ರ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆ: $\Sigma^{\circ} \rightarrow \Lambda^{\circ} + \gamma$; ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೊದಲು S = −೧, ಕ್ರಿಯೆಯನಂತರವೂ S = −೧, ಗೆಲ್-ಮಾನ್-ನಿಷಿಜಿಮಾ ರಚನೆಯು ಈ ಕಣಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದರೂ, ಈ ಕಣಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ನಾವು ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ತಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಯಾವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ವಾದವನ್ನೂ ಇನ್ನೂ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಲು ಆಗಿಲ್ಲ.

ಗೆಲ್-ಮಾನ್–ನಿಷಿಜಿಮಾ ರಚನೆಯು τ—θ ಒಗಟಿಗೆ ಯಾವ ರೀತಿಯ ವಿವರಣೆಯನ್ನೂ ಕೊಡಲಿಲ್ಲ. ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಲೀ ಮತ್ತು ಯಾಂಗ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಶಿಥಿಲಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸಾಮ್ಯದ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸದೇ ಇರಬಹುದು ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು; ಅವರು ಈ ವಾದವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು β^{-} ಕ್ರಿಯೆಯುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಿದರು. ಈ ಸೂಚನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಮೇಡಂ ವು ಮತ್ತು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಕೋಬಾಲ್ಟ್-೬೦ (Co೬೦)ರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು β^{-} ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊರಚೆಲ್ಲುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಯಾವ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಎಂಬುವುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ಲೀ ಮತ್ತು ಯಾಂಗ್‌ರವರ ಭವಿಷ್ಯನುಡಿಯು ನಿಜವೆಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿ ಕೊಟ್ಟರು.[10] ೧೯೫೭ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಸಾಮ್ಯವು ಶಿಥಿಲಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ τ—θ ಒಗಟೆಯೇ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿಯಿತು !

---

[10] Co೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇಟ್ಟರೆ, Co೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸ್ಪಿನ್‌ಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ತಿರುಗುವುವು. ಈ ರೀತಿ ಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ಈ ವಸ್ತುವು ಅತಿ ಕಡಮೆ ಉಷ್ಣಾಂಶ (<೧° ಕೆಲ್ವಿನ್) ವಿರುವ ಸ್ಥಳ ದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಆಗ Co೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಧ್ರುವೀಕರಿಸಲ್ಪಟ್ಟವೆಯೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಈ ಸ್ಪಿನ್ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಕ್ಷರೇಖೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇದನ್ನು ಋಜು ರೇಖೆಯಾಗುಳ್ಳ ಒಂದು ಗೋಳಾಕಾರವನ್ನು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ; ಇದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ Co೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳಿಂದ ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುವ ಬೀಟಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಮತ್ತು ಪಶ್ಚಿಮಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಬೀಟಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೩೦ರಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ದಿಂದ ಮೇಡಂ ವು ಮತ್ತು ಇತರರು ತೋರಿಸಿದರು. ಬೀಟಕ್ರಿಯೆಯು ಸಾಮ್ಯದ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪಾಲಿಸಿದ್ದರೆ, ಎರಡು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಬೀಟ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತಿತ್ತು. (ಮುಂದಿನ ಪುಟದಲ್ಲಿನ ಚಿತ್ರ)

ಪ್ರಕೃತಿಯ ಸಮರೂಪತೆಯಲ್ಲಿ ಅಚಲ ನಂಬಿಕೆಯಿರುವ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವ ಎಡ-ಬಲಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಲ್ಪನಾ ಶಕ್ತಿಗೆ ಮೀರಿದಂತೆ ತೋರಿತು. ಯಾವುದಾದರೂ ಮೂಲಕಣವು ಶಿಥಿಲಗೊಂಡಾಗ ಸಾಮ್ಯವು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೩೦ರಷ್ಟು ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲಂಘಿಸಿದರೆ, ಅದರ ವಿರೋಧಿ ಕಣವು ಶಿಥಿಲವಾದಾಗ ಅಷ್ಟೇ ಉಲ್ಲಂಘನೆಯು



Co ೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ β^- ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯದ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವ ಉಲ್ಲಂಘನೆ :
A : Co೬೦ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳಿರುವ ವಸ್ತು
→ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳ ಸ್ಪಿನ್‌ಗಳ ದಿಕ್ಕು.

A ನಿಂದ B ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲೂ ಮತ್ತು A ನಿಂದ C ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲೂ β^- ಕಣಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು. AB ಅಂತರವು AC ಅಂತರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಅಂತರವು ಆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಪಶ್ಚಿಮಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಪೂರ್ವಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೩೦ರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ಮೇಡಂ ವು ಮತ್ತು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು.

ಎದುರು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದು. ಅಂದರೆ, ಕಣ–ವಿರೋಧಿಕಣಗಳ ಜೋಡಿಯನ್ನು ಒಟ್ಟಿಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಸಮರೂಪತೆಯು ಇದ್ದೇ ಇದೆ! ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ಇವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಒಂದು ವಿರೋಧಿ ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವ ಒಂದು ಪಾಸಿಟ್ರಾನೂ ಇದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ವಿರೋಧಿ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಪ್ರತಿ

ಮೂಲವಸ್ತುವಿಗೂ ಅದರ ವಿರೋಧಿ ಮೂಲವಸ್ತುವು ಇದೆಯೆಂದು ಊಹಿಸ ಬಹುದು. ವಿರೋಧಿ ವಸ್ತುವಿರುವ ವಿಶ್ವವೊಂದಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ವಿರೋಧಿ ವಿಶ್ವವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯದ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವದ ಉಲ್ಲಂಘನೆಯು ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಾದರೆ, ವಿರೋಧಿ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಇದರ ಉಲ್ಲಂಘನೆಯು ಎದುರು ದಿಶೆಯಲ್ಲಾಗುವುದೆಂದೂ ಯೋಚಿಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ, ವಿಶ್ವ–ವಿರೋಧಿ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯವು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಿದಂತೆಯೇ ಅಲ್ಲವೇ ?

ಮೂಲಕಣಗಳ ವಿಂಗಡಣೆ

ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಉಳಿದ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು ಲೆಪ್ಟಾನು, ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಬೇರಿಯಾನು ಎಂದು ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, μ^+ ಕಣ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಮತ್ತು ಮ್ಯೂಯಾನ್-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ, ಇವುಗಳಿಗೆ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳೆಂದೂ, ಪಾಸಿಟ್ರಾನು, μ^- ಕಣ, ವಿರೋಧಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್–ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿ ಮ್ಯೂಯಾನ್-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ, ಇವುಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧಿ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು. ಈ ಕಣಗಳನ್ನು L ಎಂಬ ಲೆಪ್ಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಗುರುತಿಸುತ್ತೇವೆ. ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳಿಗೆ ಲೆಪ್ಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ L=+೧ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳಿಗೆ L=–೧. ಉಳಿದ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೂ L=0. ಮೂಲಕಣಗಳು ಭಾಗವಹಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಟ್ಟಿನ ಲೆಪ್ಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದು.[11] ಆದರೆ ಮೆಸಾನುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಈ ರೀತಿಯ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಶಕ್ತಿಯೊಂದಿದ್ದರೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಯಾವ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾದರೂ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದು ಮತ್ತು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಬೇಕಾದರೂ ಲಯಹೊಂದಬಹುದು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣ (ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನು) ಗಳನ್ನೂ ಎಲ್ಲಾ ವಿಧವಾದ ಹೈಪರಾನುಗಳನ್ನೂ ಬೇರಿಯಾನು[12]ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಇವುಗಳ ವಿರೋಧಿಕಣಗಳಿಗೆ ವಿರೋಧಿಬೇರಿಯಾನುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳಂತೆಯೇ ಬೇರಿಯಾನುಗಳನ್ನೂ ಬೇರಿಯಾನುಸಂಖ್ಯೆ B ಇಂದ ಗುರ್ತಿಸುತ್ತೇವೆ.

---

[11] ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಶಿಥಿಲೀಭವನ $n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ ಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೊದಲು L=0. ಆನಂತರ ಒಟ್ಟಿನ ಲೆಪ್ಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ=ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಲೆಪ್ಟಾನು ಸಂಖ್ಯೆ+ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಲೆಪ್ಟಾನುಸಂಖ್ಯೆ+ವಿರೋಧಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋವಿನ ಲೆಪ್ಟಾನುಸಂಖ್ಯೆ=೦+೧–೧=0. ಇದೇ ರೀತಿ $\mu^+ \rightarrow e^+ + \nu + \bar{\nu}_\mu$.

[12] ಮೂಲಕಣದ ಜಡತ್ವ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ, ಆದರೆ ಡ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಇದ್ದರೆ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಆ ಮೂಲ ಕಣವನ್ನು ಬೇರಿಯಾನು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಬೇರಿಯಾನುಗಳಿಗೆ B= +೧ ಮತ್ತು ವಿರೋಧಿಬೇರಿಯಾನುಗಳಿಗೆ B= -೧. ಉಳಿದ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗೂ B=0. ಎಲ್ಲ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಟ್ಟಿನ ಬೇರಿಯಾನು ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ $\Lambda^o \longrightarrow p+\pi^-$ ಎಂಬ ಶಿಥಿಲೀಭವನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೊದಲು B=೧, ಅನಂತರವೂ B=೧+೦=೧.

ಲೆಪ್ಟಾನುಸಂಖ್ಯೆ L ಮತ್ತು ಬೇರಿಯಾನುಸಂಖ್ಯೆ B, ಇವುಗಳು ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದರಿಂದಲೇ ವಸ್ತುಪ್ರಪಂಚವು ಶಿಥಿಲವಾಗದೆ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದು! ಯಾವ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಬೇರಿಯಾನು ಮತ್ತು ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಮೂಲ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳು

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ವಿಧವಾದ ಮೂಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಗಳಿವೆಯೆಂದು ಈಗ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ—(೧) ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆ, (೨) ದುರ್ಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆ, (೩) ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು (೪) ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆ. ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳೂ ಈ ಎಲ್ಲ ಮೂಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿಲ್ಲ; ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳು ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಲ್ಲ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಸಂಯೋಜಕ ಸತ್ವವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಯೋಜಕಸತ್ವವನ್ನೂ ಪಡೆದಿವೆ. ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಯೋಜಕ ಸತ್ವವು ೧ ರಿಂದ ೧೦ ಆದರೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಯೋಜಕಸತ್ವವು $\frac{೧}{೧೩೭}$, ದುರ್ಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಯೋಜಕ ಸತ್ವವು $೧೦^{-೧೨}$ ರಿಂದ $೧೦^{-೧೪}$ ಮತ್ತು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯ ಸಂಯೋಜಕ ಸತ್ವವು $೧೦^{-೩೯}$. ಮೂಲಕಣಗಳ ಇರುವಿಕೆಯು ಮೂಲ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೂಲಕವೇ ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದು.

ಎರಡು ವಸ್ತುವಿನ ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿರುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗಿಂತ ತುಂಬ ಬಲಹೀನವಾದುದು. ಎಲ್ಲ ಶಿಥಿಲ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನೂ ದುರ್ಬಲ ಕ್ರಿಯೆಯೆಂದು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ; ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೀಟಕ್ರಿಯೆ. ಎಲ್ಲಾ ಲೆಪ್ಟಾನುಗಳೂ ವಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ದುರ್ಬಲ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯು ಎರಡು ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತವ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವ ಕ್ವಾಂಟಂ ಫೋಟಾನು ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದೇವೆ. ಇನ್ನು ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ವಿಷಯ; ಮೆಸಾನು, ಹೈಪ

ರಾನುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವುಗಳು. ವಿವಿಧ ಮೆಸಾನುಗಳೇ ಈ ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತದ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಫೋಟಾನು ಮತ್ತು ಮೆಸಾನುಗಳು ಕ್ವಾಂಟಂಗಳಾದರೆ, ಇನ್ನುಳಿದ ಎರಡು ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದಲ್ಲವೇ ? ಈ ರೀತಿಯ ಭಾವನೆಯಿಂದ ದುರ್ಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಕ್ವಾಂಟಂ ಇರಬೇಕೆಂದೂ, ಇದನ್ನು "ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಸದಿಶ ಬೋಸಾನು" ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಖಚಿತವಾಗಿ ಇದರ ಇರುವಿಕೆಯು ಕಂಡು ಬಂದಿಲ್ಲ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೂ ಕ್ವಾಂಟಂ ಇದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿ ಇದನ್ನು "ಗ್ರ್ಯಾವಿಟಾನು" ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿಲ್ಲ.

ಎಂಟು-ಮಡಿ ರೀತಿ

ಮೆಸಾನು ಮತ್ತು ಬೇರಿಯಾನುಗಳ ವಿವಿಧ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು "ಐಸೋಟೋಪಿಕ್ ಸ್ಪಿನ್" T ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರೋಟಾನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಜಡತ್ವದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಇವೆರಡು ಕಣಗಳೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು-ನ್ಯೂಟ್ರಾನು, ಪ್ರೋಟಾನು-ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಾನು-ಪ್ರೋಟಾನು ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಬಲವೂ ಒಂದೇ ಪರಿಮಾಣದ್ದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಎರಡು ಕಣಗಳನ್ನೂ ಒಂದೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್‌ಕಣದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಥಿತಿಗಳೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಐಸೋಟೋಪಿಕ್ ಸ್ಪಿನ್ ಸಂಖ್ಯೆಗೂ ಮಧ್ಯೆ, ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಥಿತಿಗಳು$=$೨$T+$೧ ಎಂಬ ಸೂತ್ರವಿದೆ. ಈ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳಿಗೆ ೨$=$೨$T+$೧; ಅಥವಾ $T=\frac{೧}{೨}$ ಎಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.

T ಯು ಐಸೋಟೋಪಿಕ್ ಸ್ಪಿನ್ ಎಂಬ ಕಲ್ಪನಾಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸದಿಶಪರಿಮಾಣವುಳ್ಳದ್ದು; ಈ ಸದಿಶಪರಿಮಾಣದ ಮೂರನೇ ವಿಭಜಿತಾಂಗ $T_{೩}$ ಯು ಒಂದು ಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆ. ಮೂಲಕಣದ ಮೇಲಿರುವ ವಿದ್ಯುದಂಶವು Qe ಆದರೆ (ಪ್ರೋಟಾನಿಗೆ $Q=+$೧, ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ $Q=0$, π^- ಮೆಸಾನಿಗೆ $Q=-$೧, ಇತ್ಯಾದಿ), $T_{೩}$ ಯನ್ನು $Q=T_{೩}+\frac{B+S}{೨}$ ಎಂಬ ಸೂತ್ರದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು;[12]

---

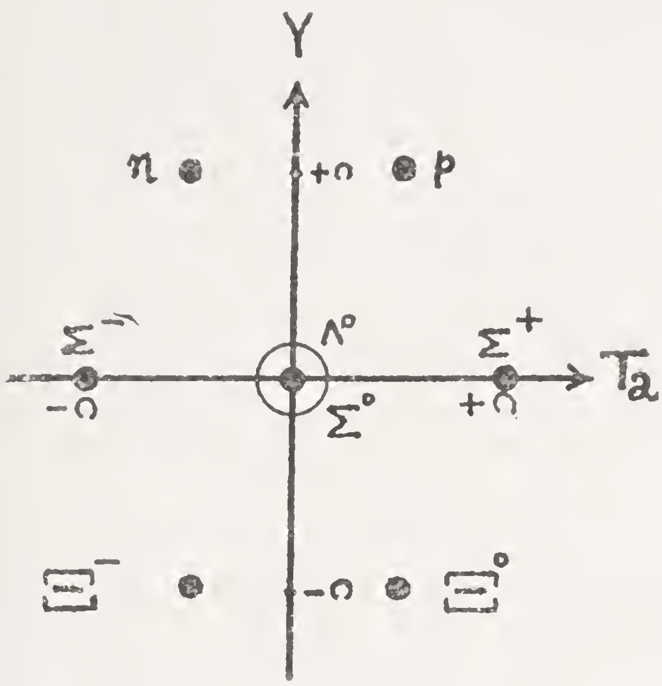
[12] ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಕಣಗಳಿಗೆ $B=+$೧, $S=0$. ಆದುದರಿಂದ $Q=T_{೩}+\frac{೧}{೨}$. ಪ್ರೋಟಾನಿಗೆ $Q=+$೧ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩}=+\frac{೧}{೨}$; ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿಗೆ $Q=0$

ಈ ಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ B = ಬೇರಿಯಾನು ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು S = ವಿಚಿತ್ರಕ್ವಾಂಟಂಸಂಖ್ಯೆ. ವಿಚಿತ್ರಕ್ವಾಂಟಂ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಎಲ್ಲ ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುವುದರಿಂದ, ಮೇಲಿನ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ $T_{೩}$ ಯು ಈ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ದುರ್ಬಲ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ $T_{೩}$ ಯು, S ಹಾಗೆ, ನಿತ್ಯತ್ವ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಪಾಲಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. $Y = B + S$ ಅನ್ನು ಹೈಪರ್‌ಚಾರ್ಜ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಬೇರಿಯಾನು ಮತ್ತು ಮೆಸಾನುಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅವುಗಳ ಜಡತ್ವವು ಕಾರಣವಿರಬೇಕೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭಾವಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮೂಲಕಣಗಳು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲ ಮೂಲಕಣಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಭಾರವಾದ ಕಣಗಳಾಗಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕಣಗಳನ್ನು "ಹೇಡ್ರನ್ಸ್" ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಮೂಲಕಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ [p, n], [Λ°], [$\Sigma^{+}, \Sigma^{\circ}, \Sigma^{-}$], [$\Xi^{\circ}, \Xi^{-}$] ಎಂಬ ಎಂಟು ಬೇರಿಯಾನುಗಳಿವೆ. p, n, ಕಣಗಳಿಗೆ $T = \frac{೧}{೨}$; ಇವುಗಳ ಜಡತ್ವಗಳಿಗೆ ಅಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. Λ° ಹೈಪರಾನಿಗೆ $T = 0$; ಇದು ಒಂದೇ ಕಣ. $\Sigma^{+}, \Sigma^{\circ}, \Sigma^{-}$ ಕಣಗಳಿಗೆ $T = ೧$; ಇವುಗಳ ಜಡತ್ವಗಳಿಗೆ ಅಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. Ξ°, Ξ^{-} ಕಣಗಳಿಗೆ $T = \frac{೧}{೨}$; ಇವುಗಳ ಜಡತ್ವಗಳಿಗೂ ಅಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಈ ಎಂಟು ಕಣಗಳೂ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಒಂದೇ ವಿಧವಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಣಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಪಿನ್ $\frac{೧}{೨}$; ಮತ್ತು ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು $+೧$. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು "$\frac{೧}{೨}$+ ಬೇರಿಯಾನುಗಳು" ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮೂಲಕಣಗಳನ್ನು $T_{೩}$ ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷರೇಖೆಗಳುಳ್ಳ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಗುರ್ತಿಸಿದರೆ ಈ ಮುಂದೆ ಕಾಣಿಸಿರುವ **ಸಮರೂಪತೆಯ ರಚನೆಯು** ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.

ಇದೇ ರೀತಿಯ ಸಮರೂಪತೆಯ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿವಿಧ ಮೆಸಾನುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದು. ಮೂಲಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಏಳು ಮೆಸಾನುಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ η° ಮೆಸಾನು (ವಿದ್ಯುತ್‌ರಹಿತ ಈಟ ಮೆಸಾನು) ಎಂಬ ಮೂಲ

ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = -\frac{೧}{೨}$. π ಮೆಸಾನುಗಳ ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಥಿತಿಗಳು ಮೂರು ($\pi^{+}, \pi^{\circ}, \pi^{-}$) ಆದುದರಿಂದ $೩ = ೨T + ೧$; ಅಂದರೆ $T = ೧$. ಇವುಗಳಿಗೆ $B = S = 0$ ಆದುದರಿಂದ $Q = T_{೩}$. π^{+} ಮೆಸಾನಿಗೆ $Q = +೧$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = +೧$; π^{-} ಮೆಸಾನಿಗೆ $Q = -೧$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = -೧$ ಮತ್ತು π° ಮೆಸಾನಿಗೆ $Q = 0$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = 0$. ಸಿಗ್ಮ ಹೈಪರಾನುಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಥಿತಿಗಳು ಮೂರು ($\Sigma^{+}, \Sigma^{\circ}, \Sigma^{-}$). ಆದುದರಿಂದ $೩ = ೨T + ೧$; ಅಂದರೆ $T = ೧$. ಇವುಗಳಿಗೆ $B = +೧$ ಮತ್ತು $S = -೧$ ಆದುದರಿಂದ $B + S = 0$; $Q = T_{೩}$. Σ^{+} ಹೈಪರಾನಿಗೆ $Q = +೧$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = +೧$; Σ° ಹೈಪರಾನಿಗೆ $Q = 0$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = 0$ ಮತ್ತು Σ^{-} ಹೈಪರಾನಿಗೆ $Q = ೧$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = -೧$. Λ° ಹೈಪರಾನಿಗೆ, $Q = 0$, $S = -೧$, $B = +೧$ ಆದುದರಿಂದ $T_{೩} = 0$ ಮತ್ತು $T = 0$.



$\frac{೧}{೨}$+ ಬೇರಿಯಾನುಗಳು

ಕಣ	T_3	y	ಜಡತ್ವ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ)
p	$+\frac{೧}{೨}$	+೧	೧೮೩೬
n	$-\frac{೧}{೨}$	+೧	೧೮೩೮.೫
Λ°	೦	೦	೨೧೮೨
Σ°	೦	೦	೨೩೩೦
Σ^-	−೧	೦	೨೩೪೨
Σ^+	+೧	೦	೨೨೨೮
Ξ^-	$-\frac{೧}{೨}$	−೧	೨೫೮೮
Ξ°	$+\frac{೧}{೨}$	−೧	೨೫೬೯

ಕಣವೂ ಇದೆ. ಇದನ್ನು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲಜಲ ನೀರ್ಗುಳ್ಳೆ ಮಂದಿರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು, ಕೆಳಗಿನ ಉಪಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

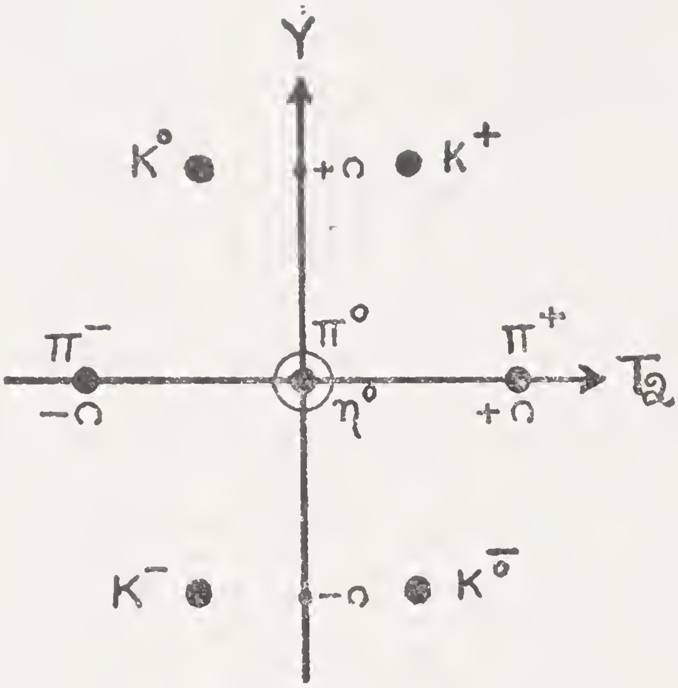
ಉತ್ಪತ್ತಿಕ್ರಿಯೆ

$$\pi^+ + d \longrightarrow p + p + \eta^\circ$$

↓ ಶಿಥಿಲಕ್ರಿಯೆ

$$\pi^+ + \pi^- + \pi^\circ$$

ಇದರ ಜಡತ್ವವು ೧೦೭೫ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನಷ್ಟು; $T=0$ ಮತ್ತು $Y=0$. ಇದರ ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು – ೧ ಮತ್ತು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ಪಿನ್ 0. ಇದರ ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವು ಸುಮಾರು ೧೦$^{-೨೨}$ ಸೆಕೆಂಡು; ಅಂದರೆ ಇದರ ಜೀವಮಾನವು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆಯಾದುದು ಮತ್ತು ಇದನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಅಳೆಯಲು ಅಸಾಧ್ಯ. ಎಂಟು ಮೆಸಾನುಗಳು—[K^+, K°], [η°], [π^+, π°, π^-], [K^-, $\bar{K}^\circ$]—ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಒಂದೇ ವಿಧವಾದ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಎಲ್ಲ ಮೆಸಾನುಗಳ ಸ್ಪಿನ್ 0 ಮತ್ತು ಆಂತರಿಕ ಸಾಮ್ಯವು – ೧. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು "0^- ಮೆಸಾನುಗಳು" ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು T_3 ಮತ್ತು Y ಅಕ್ಷರೇಖೆಗಳುಳ್ಳ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಗುರ್ತಿಸಿದರೆ ಈ ಮುಂದೆ ಕಾಣಿಸಿರುವ ಸಮರೂಪತೆಯ ರಚನೆಯು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.



0^- ಮೆಸಾನುಗಳು

ಕಣ	$T_{೩}$	y	ಜಡತ್ವ (ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಜಡತ್ವಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ)
K^+	$+\frac{೧}{೨}$	+೧	೯೬೬
K°	$-\frac{೧}{೨}$	+೧	೯೭೪
η°	೦	೦	೧೦೭೪
π°	೦	೦	೨೬೪
π^-	−೧	೦	೨೭೩
π^+	+೧	೦	೨೭೩
K^-	$-\frac{೧}{೨}$	−೧	೯೬೬
$\bar{K}^\circ$	$+\frac{೧}{೨}$	−೧	೯೭೪

ಹೇಡ್ರನ್‌ಗಳ ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಬರುವ ಸಮರೂಪತೆಯನ್ನು ನಿರೂಪಿಸುವ ವಾದವೊಂದನ್ನು ಗೆಲ್-ಮಾನ್ ಮತ್ತು ನೀಮನ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಮಂಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಾದಕ್ಕೆ "ಎಂಟು ಮಡಿ ರೀತಿ" ಎಂದು ಹೆಸರು. ಮೆಂಡಲೀಫನು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಿದನು. ಬಹುಶಃ ಎಂಟು ಮಡಿರೀತಿಯ ವಾದವು ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಹೋಲುವ ಒಂದು ರಚನೆಯೆನ್ನಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪೌಲಿ ನಿಯಮ ತಿಳಿಯುವ ಮುಂಚೆ ಆವರ್ತಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದೇ ರೀತಿ ಎಂಟು ಮಡಿರೀತಿಯನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ಮೇಲೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಹೇಡ್ರನ್‌ಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ "ಅನುರಣನ ಕಣಗಳು" ಎಂಬ ಪ್ರಬಲ ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ, ಕೇವಲ ಸುಮಾರು $೧೦^{-೨೨}$ ಸೆಕೆಂಡು ಸರಾಸರಿ ಜೀವಮಾನವಿರುವ ಮೂಲಕಣಗಳ ಇರುವಿಕೆಯು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯು ಬಹಳ ಉದ್ದವಾದುದು. ಹಿಂದೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಈ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರೆ ಸುಮಾರು ನೂರು ಮೂಲಕಣಗಳುಳ್ಳ ಪಟ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅನುರಣನ ಕಣಗಳಲ್ಲಿ Ω^- ಹೈಪರಾನೂ (ಒಮೆಗಾ–ಮೈನಸ್) ಒಂದು. ಇದನ್ನು ೧೯೬೪ರಲ್ಲಿ ಗುಳ್ಳೆ–ಮಂದಿರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ಮೂಲಕಣದ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಎಂಟು ಮಡಿರೀತಿಯ ವಾದವು ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿದಿತ್ತು. ಇದರಿಂದ ಎಂಟು ಮಡಿರೀತಿಯ ವಾದಕ್ಕೆ ಬೆಂಬಲ ಸಿಕ್ಕಿದಂತಾಯಿತು.

ಎಂಟು ಮಡಿ ರೀತಿಯ ವಾದವು ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸುವ ಕೆಲವು ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ $+\frac{2}{3}e$ ಮತ್ತು $-\frac{1}{3}e$ ವಿದ್ಯುದಂಶವುಳ್ಳ ಕ್ವಾರ್ಕ್ಸ್ ಎಂಬ ಮೂಲಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿವೆಯೆಂಬುದು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಇಂತಹ ಮೂಲಕಣಗಳ ಇರುವಿಕೆಯು ಕಂಡು ಬಂದರೆ, ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವು ೧e (ಪೂರ್ಣಾಂಕ) ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಬೇಕಾಗುವುದು!

ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿ

ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯು ಎಷ್ಟು ವೈವಿಧ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬುದು ಮೇಲಿನ ವಿವರಣೆಯಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗುವುದು. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ, ವಸ್ತುಗಳ ಪೂರ್ಣ ರಚನೆಯು ನಮಗೆ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಯಿತೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದೆವು. ಆದರೆ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಮಡಿಲಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಕಣಗಳು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ. ಈಗ ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಮೂಲಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸುಮಾರು ನೂರು. ಈ ಎಲ್ಲ ಕಣಗಳೂ ಮೂಲಕಣಗಳಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂಬ ಶಂಕೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಡಿದೆ. ಇಂದಿಗೂ ಈ ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಅನೇಕ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಅವರ ಜೀವನ ಪರ್ಯಂತವೂ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುವಷ್ಟು ಕೆಲಸವಿದೆ. ಎಲ್ಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದ್ದಾಯಿತು ಎನ್ನುವ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಕೆಲವು ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಕೃತಿಯು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೇ ಹೀಗೆ!

ಗ್ರಂಥ ಋಣ

1. ಪರಮಾಣು ಚರಿತ್ರೆ—ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್
2. *The Fundamental Particles*—C. E. Swartz (1965, Addison Wesley).
3. *The study of Elementary Particles by the Photographic method*—C. F. Powell, P. H. Fowler and D. H. Perkins (1959, Pergaman Press).
4. *Elementary Particles*—Gell-Mann and Rosenbaum, The Scientific American, July 1957.
5. *Strongly Interacting Particles*—Chew, Gell-Mann and Rosenfeld, The Scientific American, February 1964.

6. *Elementary Particle Symmetries*—Kibble, Contemporary Physics, Volume **6**, page 436 (1965).

7. *Elementary Particles*—C. N. Yang, (Princeton University Press, 1962).

8. *Elementary Particles*—A.Salam, In the World of Physics (Mc Graw-Hill 1960).

9. *Elementary Particles*—Thorndike and Frisch (Van Nostrand 1963).

10. *The Physics of Elementary Particles*—J. D. Jackson (Princeton University Press 1958).

11. *An Introduction to the Physics of the New Particles*—C. Franzinatti and G. Morpurgo [Nuovo Cimento Supplement Volume **6**, (1957)]

12. *A study of K^- meson interactions with nuclei of the Photographic emulsion*—B. Sanjeevaiah (Ph.D. Thesis, Bristol University 1962).

13. *Hyperons and Heavy mesons*—M. Gell-Mann and A. H. Rosenfeld (Annual Review of Nuclear Science Volume **7**, 1957).

14. *Matter and Antimatter*—Maurice Duquesne-(Arrow Science Series 1960).

15. *Particle Symmetry*—P. T. Mathews (Endeavour Volume **26**, pages 63-67, 1967).

16. *Neutrons and Protons*—E.H.S. Burhop (Discovery, May 1961).

ಎಸ್. ಆರ್. ಮಾಧುರಾವ್

ಆಕಾಶ ಸಂಶೋಧನೆ

ಶುಭ್ರವಾದ ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶ. ಅದರಲ್ಲಿ ಬೆಳಗುವ ಚೌತಿಯ ಚಂದ್ರಬಿಂಬ. ಹತ್ತಾರು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಗ್ರಹಗಳು. ನೂರಾರು ಮಿನುಗುಟ್ಟುವ ಕಿರುತಾರೆಗಳು. ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಜ್ವಲಿಸಿ ವೇಗವಾಗಿ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತಾ ಮಾಯವಾಗುವ ಉಲ್ಕೆಗಳು. . . .

ಇದನ್ನು ಅಂತಹ ಅತಿಶಯದ ದೃಶ್ಯವೆಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯಾರೂ ಪರಿಗಣಿಸಲಾರರು. ಮಾನವ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ಇದರ ಪರಿಚಯ ಸಹಸ್ರಾರು ವರ್ಷಗಳದು. ತಲೆತಲೆಮಾರುಗಳು ಜನಿಸಿ ಜೀವಿಸಿ ಮಣ್ಣುಗೂಡಿದರೂ ಈ ದೃಶ್ಯದ ರೂಪರೇಖೆಗಳು ಅಷ್ಟೇನೂ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಲಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಯುಗಯುಗಗಳ ಬಳಿಕ ಇಂದು, ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ, ಚಿರನಿಶ್ಚಲತೆಯ ಈ ಮನೋಬಿಂಬವನ್ನು ಕದಲಿಸಿ ಅದರಲ್ಲಿ ನವ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಹಠಾತ್ತನೆ ಒದಗಿಸುವ ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳು ರಾತ್ರಿಯ ಆಕಾಶದೆಡೆಗೆ ಕಣ್ಣುಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ನಿಮಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದುಂಟು. ನೋಡಲು ಈ ವಸ್ತುಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂತೆಯೇ ಹೊಳೆಯುತ್ತವೆ; ಆದರೆ ಎಷ್ಟೇ ಸ್ಥೂಲದೃಷ್ಟಿಗೂ ಅವು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ ತೋರದೆ ನಿಮ್ಮ ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೇ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಚಲಿಸುತ್ತಾ ಹಲವಾರು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಅದೃಶ್ಯವಾಗುವುವು. ಅಲ್ಲದೆ, ಉಲ್ಕೆಗಳಂತೆ ಅವು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುವುದೂ ಇಲ್ಲ.

ಇಂದು ಅಂತರಿಕ್ಷಯುಗಕ್ಕೆ ನೀವು ಹೆಜ್ಜೆಯಿಟ್ಟಿರುವುದರ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಕುರುಹು, ಈ 'ಚಲಿಸುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು.'

1957ನೆಯ ವರ್ಷದ ಸೆಪ್ಟಂಬರ್ ತಿಂಗಳವರೆಗೂ ಗಗನದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಕಾಯಗಳಿರಲೇ ಇಲ್ಲ. ಇಂದಾದರೋ ಈ ಪಂಕ್ತಿಯನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಅವುಗಳು ಸಹಸ್ರಾರು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ[1] ಅಂತರಿಕ್ಷ ಪರಿಭ್ರಮಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿವೆ.

---

[1] ಸಹಸ್ರಾರು ಇದ್ದರೂ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಅವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಒಂದೇ ರಾತ್ರಿಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಇಂತಹ ವಿಚಿತ್ರ ಕಾಯಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದವರಾರು? ಯುಗಯುಗಗಳಿಂದಲೂ ಅಲ್ಲಿರದ ಈ ಚರಜ್ಯೋತಿಗಳನ್ನು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ತಂದಿಟ್ಟವರಾರು?—ಎಂದು ಕೇಳಿದರೆ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಸರಳವಾದ ಮೂರು ಅಕ್ಷರದ ಪದ: ಮಾನವ!

'ಚಲಿಸುವ ತಾರೆ'ಗಳಂತೆ ಕಾಣುವ ಕಾಯಗಳು ನಿಜಕ್ಕೂ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ನೂರಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಅವು ಒಂದೆರಡು ತಾಸುಗಳ ಹಿಂದೆ ಮುಳುಗಿರುವ—ಇಲ್ಲವೆ ಒಂದೆರಡು ತಾಸುಗಳಲ್ಲಿ ಉದಯಿಸಲಿರುವ—ಸೂರ್ಯನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಗೋಚರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ.

ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ಕಾಯಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಗಳೆಂದೂ, ಅಂತಹ ಗ್ರಹಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ಕಾಯಗಳಿಗೆ ಉಪಗ್ರಹಗಳೆಂದೂ ಖಗೋಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.[2] ಭೂಮಿ, ಶುಕ್ರ, ಮಂಗಳ, ಗುರು—ಇವು ಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ನಿದರ್ಶನ; ಅವೆಲ್ಲವೂ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆ. ಚಂದ್ರನಾದರೋ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಕಾಯ; ಆದ್ದರಿಂದ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಉಪಗ್ರಹವೆಂದು ನಾವು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ.

ಚಂದ್ರನ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣಚಲನೆ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆದುಕೊಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಏರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲಿ ಮಾನವರ ಕೈವಾಡವೇನೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಭೂಮಿಯ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಉಪಗ್ರಹವೆಂದೂ ವರ್ಣಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

1957ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 4ರಂದು ನೈಸರ್ಗಿಕ ಚಂದ್ರನಿಗೊಂದು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತ ಪ್ರತಿಸ್ಪರ್ಧಿ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡಿತು. ಅದರ ಹೆಸರು 'ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪೂತ್ನಿಕ್' ಎಂದು. ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅದನ್ನು ಆ ದಿನ ಗಗನದಲ್ಲಿ ಹಾರಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಈ ಕಾಯವು ಚಂದ್ರನಂತೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪರಿಭ್ರಮಿಸತೊಡಗಿದ್ದರಿಂದ ಅದು ಜಗತ್ತಿನ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಕೃತಕ ಭೂಉಪಗ್ರಹವಾಯಿತು.

ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಾಣವಾದ ಸ್ಪೂತ್ನಿಕ್ಕನ್ನು ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೂರು ಹಂತಗಳುಳ್ಳ ದೊಡ್ಡ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದನ್ನು

---

[2] ನಿಜ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಅನಿರ್ಬಂಧಿತ ಕಾಯಗಳೆರಡನ್ನು ನಾವು ಪರಸ್ಪರ ಒಂದರ ಸುತ್ತ ಇನ್ನೊಂದು ಸುತ್ತುತ್ತಿವೆಯೆಂದು ವರ್ಣಿಸಬಹುದೇ ವಿನಾ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸುತ್ತುತ್ತಿದ್ದು ಇನ್ನೊಂದು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿದೆಯೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಭೌತ ಆಧಾರಗಳು ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಸಹ ಎರಡು ಕಾಯಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಗುರವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ತೂಕವಾಗಿರುವುದರ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಅಂಗೀಕೃತ ಸಂಪ್ರದಾಯವಾಗಿದೆ.

ಬಳಸಿಕೊಂಡರು. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಬುಡದಲ್ಲಿದ್ದ ಮೊದಲನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಉಳಿದೆರಡು ಹಂತಗಳ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನೂ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕನ್ನೂ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಹತ್ತಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಿ ಅನಂತರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಕಳಚಿಕೊಂಡು ಬಿದ್ದುಹೋಯಿತು. ಆ ವೇಳೆಗೆ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು ಬರಿದಾಗಿದ್ದವು. ಈಗ ಎರಡನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಕೆಲಸಮಾಡತೊಡಗಿ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕನ್ನೊಡಗೂಡಿದ ಉಳಿದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಗೊಳಿಸಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಕರೆದೊಯ್ದಿತು. ಬಳಿಕ ಅದೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡು ಪತನ ಹೊಂದಿದಾಗ ಮೂರನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಜೀವಂತಗೊಂಡು ಅದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸ ಲಾಗಿದ್ದ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕಿಗೆ ಸೆಕೆಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಎಂಟು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಅಧಿಕ ವೇಗವನ್ನು ನೀಡಿತು. ಇಷ್ಟು ಹೊತ್ತೂ ಯಂತ್ರಗಳ ಚಲನೆ ಊರ್ಧ್ವಾಭಿಮುಖ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಗದೆ ಕ್ರಮ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಈಶಾನ್ಯ ದಿಕ್ಕಿನೆಡೆಗೆ ಓಲುತ್ತಾ ಬಂದು ಕೊನೆಗೆ ಭೂಸಮತಲ ನೇರದಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಟ್ಟಿತ್ತು. ಈ ವೇಳೆಗೆ ಕೊನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳೂ ತೀರಿಕೊಂಡು ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕನ್ನು ಅದರಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳಿಸಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಇವೆರಡು[3] ಕಾಯಗಳು ಯಾವ ಯಂತ್ರಸಹಾಯವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಚಂದ್ರನಂತೆ ತಾವೇ ಸ್ವತಃ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡ ತೊಡಗಿದವು.

ಗೋಳಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ 83·6 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಕ ವನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಒಂದು ಸಲ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಮಾಡಲು ಸುಮಾರು 96 ನಿಮಿಷ ಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತು. ಅದರ ವ್ಯಾಸ 58 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳು. ಅದರ ಹೊರ ಮೈಯಲ್ಲಿ ಎರಡೂವರೆ–ಮೂರು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ನಾಲ್ಕು ಏರಿಯಲ್ ಕಡ್ಡಿ ಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕಿನ ರೇಡಿಯೋ ಉಪಕರಣಗಳು ಈ ಏರಿಯಲ್‌ಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸಾರಮಾಡಿದ 'ಬೀಪ್ ಬೀಪ್' ಧ್ವನಿಯ ಸಂಕೇತ ಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳ ವಾಹಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಷ್ಟೇ ಆಗಿರದೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯುಗಾಂಕುರದ ಸುಸ್ಪಷ್ಟ ಚಿಹ್ನೆಯೂ ಆಗಿ ಮಾನವರ ಜೀವನದಲ್ಲೊಂದು ನಿಗೂಢ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನೆಬ್ಬಿಸಿದವು.

ಹೀಗೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂತತಿ ಕಳೆದ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾ, ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿ

---

[3] ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕಿನ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣೆಯಲ್ಲಿ ನಿಜಕ್ಕೂ ಮೂರು ಕಾಯಗಳು ಚಂದ್ರ ನಂತೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದವು: ಗೋಳಾಕೃತಿಯ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್, ಸ್ತಂಭಾಕೃತಿಯ ಅಂತಿಮ ವಾಹಕ ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ಕಿನ ಶಂಕಾಕೃತಿಯ ರಕ್ಷಾಕವಚ. ರಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಾಕವಚಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಲ್ಲದ ಕಾರಣ ಅವುಗಳಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೆರವಾಗುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ.

ಗಳ ಶ್ರಮದಿಂದ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಇಂದು ಮಾನವ ಜನಾಂಗದ ಬದುಕಿನ ಅನೇಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ನೆರವಾಗುತ್ತಿವೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಂತೂ ಅವುಗಳ ಸಾಧನೆ ಎಷ್ಟು ಅಪಾರವಾಗಿದೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ಅಸದೃಶವೂ ಆಗಿದೆ.

ಪಕ್ವ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನ ಕೃತಕ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯೊಡನೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತೆನ್ನಬಹುದು. ಇಂದು ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಶಾಲಗೊಂಡು ಈ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಚಲಿತ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಯಾನ, ಗ್ರಹಯಾನ ಮೊದಲಾದ ರೋಮಾಂಚಕಾರಕ ಯೋಜನೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ. ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಈ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಧನೆಗಳು ಆಗಲೇ ನಂಬಿಕೆಗೂ ಮೀರುವಷ್ಟು ಅದ್ಭುತವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿವೆ. ಈ ಸಾಧನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹಾಗೂ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲತತ್ವ, ತಂತ್ರ ಮತ್ತು ಆಶೋತ್ತರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ಥೂಲವಾದ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡುವುದು ಪ್ರಸಕ್ತ ಲೇಖನದ ಉದ್ದೇಶ.

೧: ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನಗಳ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನಕ್ರಮಗಳು

ಸುಮಾರು ಮೂರು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಸರ್ ಐಸ್ಯಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ (1642–1727) ಅವರು ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಮತ್ತು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಕಾಯಗಳ ಚಲನ ವೈಖರಿಯ ಮೂಲಭೂತ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಅನ್ವೇಷಿಸಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದಷ್ಟೇ ಕಾಯಗಳ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವರ್ತನೆಯೆಂದೂ, ಚರಕಾಯಗಳ ಚಲನೆ ಅಂತಹ ಕಾಯಗಳು ಬಲಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೀಡಾಗಿರುವುದರ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಫಲಿತಾಂಶವೆಂದೂ, ಬಲಪ್ರಯೋಗ ನಿಂತೊಡನೆ ಆ ಕಾಯಗಳ ಚಲನೆಯೂ ಕ್ಷೀಣಗೊಂಡು ತೀರಿಹೋಗುವುದೆಂದೂ ಜನರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಂಬಿಕೊಂಡು ಬಂದಿದ್ದರು.

ಯೊಹನ್ನೆಸ್ ಕೆಪ್ಲರ್ (1571–1630), ಗೆಲಿಲಿಯೋ ಗೆಲೀಲಿ (1564–1642) ಮುಂತಾದ ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ಆದಿಪರಿಶೋಧಕರ ಸಾಧನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತವಾದ ನ್ಯೂಟನ್ನರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಸರಣಿಯಾದರೋ ಜನರ ಈ ಹಳೆಯ ಜಾಡಿನ ನಂಬಿಕೆಯಿಂದ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಯಿತು. ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವುದು ಕಾಯಗಳಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೋ ನಿಯತವೇಗದಿಂದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವುದೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ವರ್ತನೆಯೆಂದು ಅವರ ಚಲನ ನಿಯಮವು ಸಾರಿತು.

ಎರಡು ರೀತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳೂ ಒಮ್ಮೆ ಸಿದ್ಧಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಕಾಯವು ಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾಗದೆ ಇರುವವರೆಗೂ ಯಾವುದೇ ಚೈತನ್ಯಕಾರಕ ಜೀವಿಯಲ್ಲಾಗಲೀ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಾಗಲೀ ಎಳ್ಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ವೆಚ್ಚ

ಮಾಡದೆ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತವೆ. ಏನಿದ್ದರೂ ಚಲಿಸುವ ಕಾಯದ ವೇಗವು ಹೆಚ್ಚು ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬೇಕಾದರೆ—ಇಲ್ಲವೆ ಆ ಕಾಯವು ಸರಳರೇಖೆಯ ಬದಲು ವಕ್ರರೇಖೆಯ ಮೇಲೆ ಸಂಚರಿಸಬೇಕಾದರೆ—ಆಗ ಮಾತ್ರ ಬಲಪ್ರಯೋಗದ ಅಗತ್ಯ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ರೀತಿಯ ಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಯದ ವಕ್ರರೇಖಾಚಲನೆಯೂ ಕೂಡ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಶಕ್ತಿವಿನಿಯೋಗಕ್ಕೂ ಎಡೆಮಾಡಿಕೊಡದೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಸಾಗುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ.

ರೈಲು, ಹಡಗು, ವಿಮಾನ ಮುಂತಾದ ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ವಾಹನಗಳು ಯಂತ್ರ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದಾಗ ತಮ್ಮ ಚಲನೆಯನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಸಲಾರದೆ ಕ್ರಮೇಣ ನಿಂತುಬಿಡುವುವೆಂಬುದು ನಿಜ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅವು ರೈಲುಕಂಬಿ, ನೀರು, ಗಾಳಿ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಎದುರಿಸುತ್ತಾ ಸಾಗಬೇಕಾಗುವುದೇ. ಆದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ವಾಹನಗಳು ಒಮ್ಮೆ ಚಲಿಸತೊಡಗಿದ ಬಳಿಕ ಯಂತ್ರಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆಯೇ ಬಹು ದೀರ್ಘವಾದ ಯಾನಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು. ಇದುವರೆಗೆ ಮಾನವನು ಸಾಧಿಸಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯಾನಗಳ ಮರ್ಮವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ.

ಚಂದ್ರನೇಕೆ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುವುದಿಲ್ಲ ?

ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುವ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಭೂಉಪಗ್ರಹವೆಂದು ನಾವು ಆಗಲೇ ಅರಿತಿದ್ದೇವೆ. ತನ್ನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದಿಂದ ಭೂಮಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಚಂದ್ರನನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುವುದೆಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ನಮಗೆ ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಆದರೆ ಸೆಳತಕ್ಕೊಳಗಾದ ಚಂದ್ರ ಧಾವಿಸಿ ಬಂದು ಭೂಮಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯದೆ ಸುಮ್ಮನೆ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವುದು ತುಸು ಅಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವರ್ತನೆಯೆಂಬ ಕಿರಿಕಿರಿ ಅನೇಕ ಜನರ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದಷ್ಟೆ.

ಮೊದಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ಬಲಪ್ರಯೋಗವಾದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಅದೇ ಬಲವು ನಿಶ್ಚಲ ಕಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸಿದಾಗ ಕಾಣಬರುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ತೀರಾ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆಂಬುದೇ ಈ ಸಂದೇಹಕ್ಕೆ ಸಮಂಜಸವಾದ ಪರಿಹಾರ.

ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಅನುಭವಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಇಂತಹ ಭಿನ್ನತೆಯ ನಿದರ್ಶನಗಳಿಗೆ ಕೊರತೆಯೇನಿಲ್ಲ.

ದುಂಡಾದ ರೂಪಾಯಿ ನಾಣ್ಯವೊಂದನ್ನು ಮಟ್ಟವಾಗಿರುವ ನೆಲದಮೇಲೆ

ಓಲಿಕೊಂಡು ಆಸರೆಯಿಲ್ಲದೆ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲುವಂತೆ ಇಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ. ಕೈ ಬಿಟ್ಟ ಕೂಡಲೇ ನಾಣ್ಯ ನೆಲಕ್ಕುರುಳಿ ನಿಮ್ಮ ಪ್ರಯತ್ನ ವಿಫಲಗೊಳ್ಳುವುದು. ಆದರೆ ಅದೇ ನಾಣ್ಯವನ್ನು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರಿಸುವ ಬದಲು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಓಡಿಸಿ ಕೈ ಬಿಟ್ಟರೆ ಓಲಿದ್ದರೂ ಅದು ಕೂಡಲೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳದೆ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಮಾರ್ಗ ವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದು.

ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ನುಣುಪಾಗಿರುವ ಬಾಣಲೆಯೊಳಗಡೆ ತಳಭಾಗದ ವಿನಾ ಇನ್ನೆಲ್ಲಿ ಯಾದರೂ ಗೋಲಿಯೊಂದನ್ನು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಆಸರೆ ಬೇಕೇ ಬೇಕು; ಆಸರೆ ತಪ್ಪಿದೊಡನೆ ಅದು ಬಾಣಲೆಯ ತಳದೆಡೆಗೆ ಜಾರುವುದು. ಆದರೆ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗ ದಿಂದ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕಿನೆಡೆಗೆ ಅದೇ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಉರುಳಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ ಬಾಣಲೆ ಯೊಳಗಡೆ ಅದು ಚಕ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಾಡತೊಡಗುವುದೇ ವಿನಾ ತಳದೆಡೆಗೆ ಕೂಡಲೇ ಜಾರಿಹೋಗುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಇತರ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳೂ ಹಾಗೆಯೇ. ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚರಸ್ಥಿತಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಧಾವಿಸಿ ಬರದಂತೆ ತಡೆಹಿಡಿದಿದೆ. ಮೇಲಿನ ನಮ್ಮ ನಿದರ್ಶನದ ಗೋಲಿಯಾದರೂ ಬಾಣಲೆಯ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ತನ್ನ ಚರಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಅಂತಿಮ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಬಾಣಲೆಯ ತಳ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಜಾರಿಯೇ ಜಾರುವುದು. ಆದರೆ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಪ್ರತಿ ರೋಧವಿಮುಕ್ತ ಚಂದ್ರನ ಚರಸ್ಥಿತಿಯಾದರೋ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಗಣನೆಯಲ್ಲಿ ಶಾಶ್ವತವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು; ಆದ್ದರಿಂದ ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುವ ಸಂಭವವೇನಿಲ್ಲ.

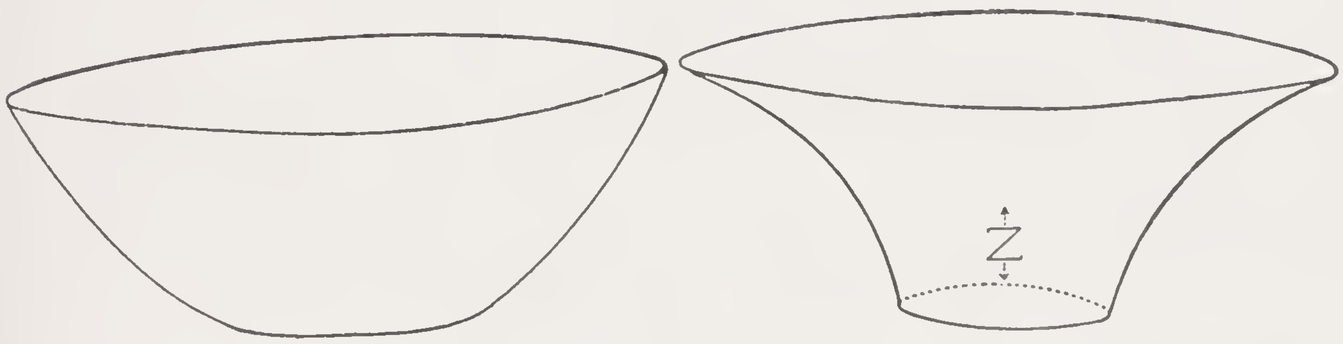
ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 1000-1500 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ವಾಯುಮಂಡಳದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ದಾಟದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಭೂವಾತಾ ವರಣದ ಬಾಹ್ಯವಲಯಗಳೊಂದಿಗೆ ಘರ್ಷಣೆಗೀಡಾಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಂತಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚರಸ್ಥಿತಿ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಉಳಿಯದೆ ಹಲವಾರು ತಿಂಗಳು ಅಥವಾ ವರ್ಷಗಳ ಬಳಿಕ ಅವು ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಬಿದ್ದುಹೋಗುವುವು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ 1957ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 4 ರಂದು ಹಾರಿಸಿದ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪೂಟ್ನಿಕ್ ಉಪಗ್ರಹವು 92 ದಿವಸಗಳ ನಂತರ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಪತನ ಹೊಂದಿತು.

‘ಗೋಲಿ-ಬಾಣಲೆ’ ಪ್ರಯೋಗ

ಹೇಗೆ ಬಾಣಲೆಯೊಳಗೆ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟ ಗೋಲಿ ವಿವಿಧ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಣಲೆಯ ತಳಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಬಲ್ಲದೋ ಅಂತೆಯೇ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳೂ

ತಮ್ಮ ಚಲನೆಯ ಆದಿಯಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ "ಕಕ್ಷೆ"[4]ಗಳಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾಗಿ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಬಲ್ಲವು.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಉಪಗ್ರಹದ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಭೂಮಿ ಅದನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಬಲ ತೀವ್ರ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕುಗ್ಗಿಹೋಗುವುದು. ಬಾಣಲೆಯೊಳಗಿನ ಗೋಲಿಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮಾತ್ರ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಇದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಿದೆ: ಬಾಣಲೆಯ ತಳಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ದೂರವಾದಂತೆ ಆ ಬಿಂದುವಿನೆಡೆಗೆ ಅದನ್ನು ಜಾರಿಸಲೆತ್ನಿಸುವ ಬಲವೂ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸಾಧಾರಣ ಬಾಣಲೆಯ ಬದಲು ಚಿತ್ರ ೧ರ ಬಲಭಾಗದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತಹ ವಿಶೇಷ ಆಕೃತಿಯುಳ್ಳ[5] ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ಬಳಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಇಂತಹ ಗುರುತರ ಸಾಮ್ಯಭಂಗವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿ ಉಪಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಗೋಲಿಗಳ ಚಲನೆಗಳಿಗಿರುವ ಸಾದೃಶ್ಯವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಲು ಶಕ್ಯವಿದೆ. ಈ ಮಾದರಿಯ ಉಪಕರಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ



ಚಿತ್ರ ೧. ಎಡಭಾಗ: ಸಾಧಾರಣ ಆಕೃತಿಯ ಬಾಣಲೆ; ಬಲಭಾಗ: ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ವಿಶೇಷ ಆಕೃತಿಯ 'ಬಾಣಲೆ'.

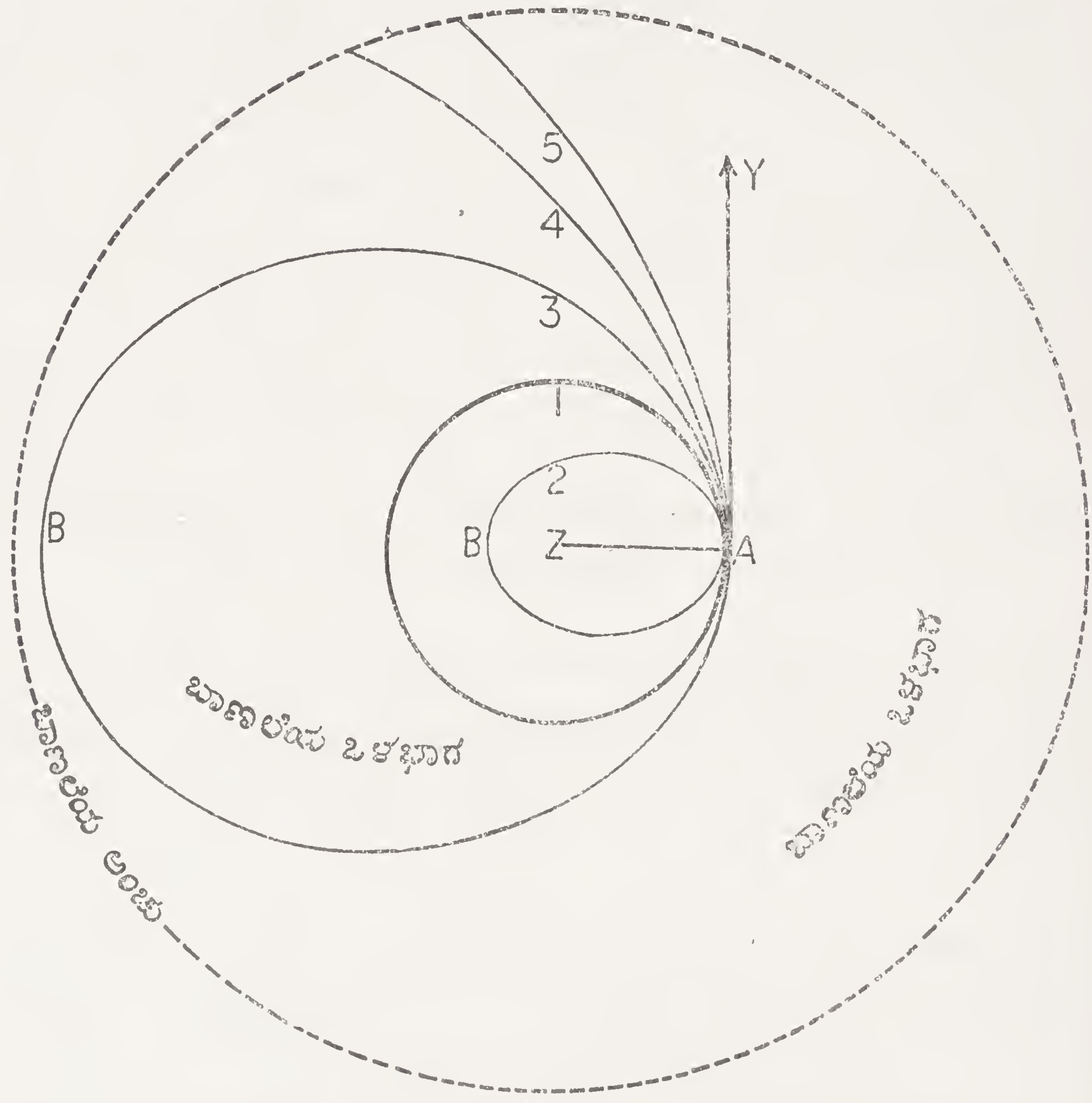
ವೇಗಗಳಿಂದ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಹಾಗೂ ಇತರ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗಬಹುದಾದ ಪಥಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ಸಾಧಾರಣ ಶಾಲಾ ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಅತ್ಯಂತ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಹುದು.

---

[4] ಚರಕಾಯವೊಂದು ಸಾಗುವ ಮಾರ್ಗರೇಖೆಗೆ ಆದರ 'ಪಥ'ವೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಯ ತಾನು ಹಿಂದೆ ಇದ್ದ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೇ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಪುನಃ ಪುನಃ ಒಂದೇ ಪಥದ ಮೇಲೆ ಸಾಗುತ್ತಲಿದ್ದರೆ ಆದರ ಪಥವನ್ನು 'ಕಕ್ಷೆ' ಎಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಕರೆಯಲಾಗುವುದು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು 'ಆವರ್ತಕ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಪಥ' ಎಂಬುದಾಗಿ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಮಾಡಬಹುದು.

[5] ಮಾದರಿಗಳ ನಿರ್ಮಾಪಕರಿಗೂ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪರಿಚಯವುಳ್ಳ ವಾಚಕರಿಗೂ ಒಂದು ಉಪಯುಕ್ತ ಟಿಪ್ಪಣಿ: ರೆಕ್ಟ್ಯಾಂಗ್ಯುಲರ್ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ವಕ್ರರೇಖೆಯ ಕಂಸವನ್ನು ಆದರ ಒಂದು ಅಸಿಮ್‌ಟೋಟಿನ ಮೇಲೆ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಆಕೃತಿ ಜನಿಸುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ ೨ ನಮಗೆ ಇಂತಹ ಪಥಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ Z ಎಂಬುದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ "ಬಾಣಲೆ"ಯ ಮಧ್ಯಭಾಗ; A ಎಂಬುದು Z ನಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಾಣಲೆಯೊಳಗಿನ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳ. ಈ Aಯಲ್ಲಿ ZA ರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವ AY ರೇಖೆಯ ನೇರದಲ್ಲಿ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮಿಬಿಡುತ್ತೇವೆನ್ನೋಣ. ಹೀಗೆ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಡುವುದಕ್ಕೆ ಲಂಬ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ಎಂದೂ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟ ವೇಗಕ್ಕೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗವೆಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು. ವಿವಿಧ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗಗಳಿಂದ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ನಮಗೆ ಕೆಲವು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಅಂಶಗಳು ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ[6] :



ಚಿತ್ರ ೨. "ಗುರುತ್ವ ಬಾಣಲೆ"ಯೊಳಗೆ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟ ಗೋಲಿಯ ಪಥಗಳು

6 ಗೋಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ Z ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ತೀರಾ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗದೆ ಇರುವಂತೆ ಇಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬೇಕು.

(೧) ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೇಗದಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಗೋಲಿ Z ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ "1" ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿರುವ ರೀತಿಯ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಬಲ್ಲದು. ಈ ವೇಗಕ್ಕೆ ವ ರ್ತು ಲ ವೇ ಗ (circular velocity) ವೆಂದು ಕರೆಯೋಣ.

(೨) ವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ತುಸುಮಾತ್ರ ಕಡಿಮೆಯಾದ ವೇಗದಿಂದ ಚಿಮ್ಮಿ ಬಿಟ್ಟ ಗೋಲಿಯ ಕಕ್ಷೆ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ "2" ಎಂಬುದಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿರುವ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಎ ಲಿ ಪ್ಸ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯುವ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಆವರ್ತಕ ವಕ್ರರೇಖಾಕೃತಿಗೂ ಈ ಕಕ್ಷೆಗೂ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ Z ಗೆ ಅತ್ಯಂತ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುವೆಂದರೆ A ಯೇ: ಇದಕ್ಕೆ ಉ ಚ್ಚ ಬಿಂ ದು (apocentre)ವೆಂದು ಹೆಸರು. Z ಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಸಮೀಪಬಿಂದುವಾದ B ಯು A ಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುತ್ತದೆ: ಅದಕ್ಕೆ ನೀ ಚ ಬಿಂ ದು (pericentre)ವೆಂದು ಹೆಸರು.

(೩) ವರ್ತುಲವೇಗವನ್ನು ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮೀರಿರುವ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗದಿಂದ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟ ಗೋಲಿ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ "3" ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಸರಿಸುಮಾರು ಆಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಾಡುವುದು. ಈ ಕಕ್ಷೆಯೂ ಕೂಡ ಗಣಿತಜ್ಞರ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕೃತಿಗೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಉಚ್ಚ ಮತ್ತು ನೀಚ ಬಿಂದುಗಳು ಅದಲುಬದಲಾಗಿವೆ: A ಯು ನೀಚಬಿಂದು, B ಯು ಉಚ್ಚಬಿಂದು.

(೪) ವರ್ತುಲವೇಗವನ್ನು ಶೇಕಡಾ ಸುಮಾರು $41\frac{1}{2}$ಯಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಮೀರಿದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗದಿಂದ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮಿ ಬಿಟ್ಟಲ್ಲಿ ಅದರ ಪಥ ಆವರ್ತಕ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ "4" ಮತ್ತು "5"ಎಂದು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಸೂಚಿಸಿರುವ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಈ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಪ್ಯ ರಾ ಬೊ ಲ ಮತ್ತು ಹೈ ಪ ರ್ ಬೊ ಲ ಎಂಬ ಹೆಸರುಗಳಿಂದ ಕರೆಯುವ ರೇಖಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಕರಣದ ವಿಸ್ತಾರವೆಷ್ಟೇ ಇದ್ದರೂ ಗೋಲಿ ಬಾಣಲೆಯ ಅಂಚಿನಾಚೆಗೆ ಹೋಗಿ ಬೀಳುವುದೇ ಹೊರತು ತಾನು ಹೊರಟ A ಬಿಂದುವಿನ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗುವುದಿಲ್ಲ.[7] ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ವರ್ತುಲವೇಗವನ್ನು ಶೇಕಡಾ ಸುಮಾರು $41\frac{1}{2}$ಯಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮೀರುವ ವೇಗವನ್ನು ವಿ ಮೋ ಚ ನ ವೇ ಗ (escape velocity) ವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

(೫) ಇದುವರೆಗೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ A ಎಂಬ ಒಂದೇ

---

[7] ಈ ಮಾತನ್ನು ಹೇಳುವಾಗ ಗೋಲಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಬಾಣಲೆಯ ಅನಿವಾರ್ಯ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇದು ನೂರಕ್ಕೆ ನೂರು ಪಾಲು ಸತ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ಯಾರೂ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಾರದು.

ಸ್ಥಿರವಾದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮಿಬಿಡಲಾಗಿದೆ. A ಯ ಬದಲು Z ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೊಂದು ಸ್ಥಿರವಾದ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಗೋಲಿಯನ್ನು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತನೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಿದರೂ ಇದೇ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಹೊಸ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಬಿಂದುವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ವರ್ತುಲವೇಗ ವಿಮೋಚನವೇಗಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಮಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣಬಿಂದುವಿಗೂ Z ಗೂ ಇರುವ ದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ವರ್ತುಲ ಹಾಗೂ ವಿಮೋಚನವೇಗಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳು ಕಡಮೆಯಾಗುವುವು.

ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳು

ಈಗತಾನೆ ವಿವರಿಸಿರುವ "ಗೋಲಿ–ಬಾಣಲೆ" ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನ ಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುವ ವಿವಿಧ ಚಲನಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ ಬಾಣಲೆಯ ತಳಬಿಂದುವಾದ Zನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನೂ, ಗೋಲಿಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮಿಬಿಡುವ Aಬಿಂದು ವಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದ ಆಚೆ ಇರುವ "ಅಂತರಿಕ್ಷದ" ಯಾವು ದಾದರೊಂದು ಬಿಂದುವನ್ನೂ, ಗೋಲಿಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನವನ್ನೂ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರಾಯಿತು. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬಾಣಲೆಯ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರವು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯಾನವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿರುವ ವಾಹನವನ್ನು ಮೊದಲು ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ A ಬಿಂದುವಿನವರೆಗೆ ಒಯ್ದು ಅಲ್ಲಿ ಅದು AY ಸಮತಲ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಬೇಕು. ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ರಾಕೆಟ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡಲು ಈ ಲೇಖನ ದಲ್ಲಿ ಬೇರೊಂದು ವಿಭಾಗವನ್ನು ಮೀಸಲಿಡಲಾಗಿದೆ. ಈಗ ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಗಮನಿಸ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು Aಯಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನವನ್ನು "ಚಿಮ್ಮಿ" ಬಿಟ್ಟನಂತರ ಬಾಣಲೆಯೊಳಗಿನ ಗೋಲಿಯಂತೆ ಅದು ಯಾವ ಯಂತ್ರಸಹಾಯವೂ ಇಲ್ಲದೆ ತಾನೇ ಚಲಿಸತೊಡಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಷ್ಟು ಮಾತ್ರ. ವಾಹನವು ವಾಯುಮಂಡಳ ವನ್ನು ಪುನಃ ಪ್ರವೇಶಿಸದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಯಾವರೀತಿಯ ಪ್ರತಿರೋಧಕ್ಕೂ ಗುರಿಯಾಗದ ಅದರ ಚಲನೆ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ದೀರ್ಘ ಕಾಲಾವಧಿಗಳವರೆಗೆ ಅಳಿಯದೆ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯಬಲ್ಲದು.

Aಯಿಂದ ಮುಂದೆ ವಾಹನಕ್ಕೆ ಲಭಿಸುವ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನೆಯ ವೈಖರಿ Aಯಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಒದಗಿಬರುವ "ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ" ವೇಗವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆಂದು

ಗೋಲಿ–ಬಾಣಲಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಮಗೆ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗ Aಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗಿದ್ದರೆ ವಾಹನ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವ ಒಂದು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗ ವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ವಿಮೋಚನ ವೇಗವನ್ನು ಮೀರದೆ ಇದ್ದಾಗಲೂ ವಾಹನವು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದು ಕೊಂಡು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸಂಚರಿಸತೊಡಗುತ್ತದೆ; ಆದರೆ ಅದರ ಕಕ್ಷೆ ಈಗ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿರುವ ಬದಲು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ " 3 " ಎಂಬುದಾಗಿ ನಿರ್ದೇಶಿಸಿರುವ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟೆ. ಇದುವರೆಗೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಿ ಸಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಈ ಕೊನೆಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೇ ಉದಾ ಹರಿಸುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗ ವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿಬಿಟ್ಟರೆ ವಾಹನದ ಕಕ್ಷೆಯು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ " 2 " ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಈ ಕಕ್ಷೆಯ ನೀಚಬಿಂದುವಾದ Bಯು ಭೂವಾಯುಮಂಡಳಕ್ಕಿಂತ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿದ್ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ವಾಹನ ವಾಯುಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ವಿಮುಕ್ತವಾದ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿ ದೀರ್ಘಕಾಲಗಳವರೆಗೆ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸಂಚರಿಸಬಲ್ಲದು. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ ಕಕ್ಷೆಯ ನೀಚಬಿಂದುವು ವಾಯುಮಂಡಳದ ಸಾಂದ್ರವಲಯಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಏರ್ಪಟ್ಟಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ವಾಹನದ ಚರಸ್ಥಿತಿ ಹದಗೆಟ್ಟು ಅನತಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ವಾಹನವು ನಾಶಹೊಂದಬೇಕಾಗುವುದು.

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗ ವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ತೀರಾ ಕಡಮೆಯಾಗಿಬಿಟ್ಟರೆ ಗಣಿತಾನುಸಾರವಾಗಿ ಕಕ್ಷೆಯ ನೀಚಬಿಂದು ವಾಯುಮಂಡಳಕ್ಕೂ ಕೆಳಗಡೆ ಭೂಗರ್ಭ ದೊಳಗೇ ಏರ್ಪಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗಲಂತೂ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುವ ಮುನ್ನ ವಾಯುರೋಧದಿಂದ ವಾಹನವು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಾಶ ವಾಗದೆ ಒಂದು ವೇಳೆ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದರೂ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಅದು ಭೂಮಿಗೆ ಬಡಿದು ಛಿದ್ರಛಿದ್ರವಾಗಿಬಿಡುವುದು.

ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ನೌಕೆಗಳ ಪಥಗಳು

ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನವು Aಯ ಬಳಿ ಗಳಿಸುವ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣವೇಗ ಕೇವಲ ವರ್ತುಲ ವೇಗವಷ್ಟನ್ನೇ ಅಲ್ಲದೆ ವಿಮೋಚನ ವೇಗವನ್ನೂ ಮೀರಿಬಿಟ್ಟಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ಪರಿ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಈಗ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಹೀಗಾದಾಗ ಅದು ಗೋಲಿ–ಬಾಣಲಿ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿನಂತೆಯೇ ಚಿತ್ರ ೩ರಲ್ಲಿ "5" ಎಂಬುದಾಗಿ ನಿರ್ದೇಶಿಸಿರುವ ಹೈಪರ್ ಬೊಲಾಕಾರದ ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸಿ ಭೂಮಿ (Z)ಯಿಂದ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ದೂರ ಸರಿಯುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದು.

ಈ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ವಾಹನವು ಕೇವಲ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ಉಪಗ್ರಹ ವಾಗಿ ಉಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಬದಲು, ಅದು ಸೌರವ್ಯೂಹದ (ಇಲ್ಲವೆ ವಿಶ್ವದ ಇತರ) ಅತಿ ದೂರ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಪಯಣ ಬೆಳೆಸುವ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ[8] ಇಂತಹ ನೌಕೆಗಳ ಚಲನ ಪಥಗಳು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ "5" ಎಂದು ತೋರಿಸಿರುವ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲಾ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದ್ದರೂ ಸದಾಕಾಲವೂ ಅವು ಅದೇ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಈ ಪಥಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕುವುದರಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯೊಂದನ್ನೇ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿರುವುದು. ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಗಳ ಚಲನೆ ಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವದ ಸೆಳೆತವೂ ಹಿರಿದಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಭೂಮಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಭೂನೆರೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದೊಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ವರ್ತುಲವೇಗ ಹಾಗೂ ವಿಮೋಚನವೇಗಗಳಿವೆಯೆಷ್ಟೆ. ಈ ವೇಗಗಳನ್ನು ಭೂವರ್ತುಲವೇಗ ಮತ್ತು ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಗಳೆಂದು ಕರೆ ಯೋಣ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಪ್ರತಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಆ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಸೌರವರ್ತುಲವೇಗ ಹಾಗೂ ಸೌರವಿಮೋಚನವೇಗಗಳುಂಟು.

ಭೂನೆರೆಯಲ್ಲಿ ಭೂವಿಮೋಚನ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಟ್ಟ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನ ಹಲವು ದಿನಗಳ ಬಳಿಕ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹತ್ತಾರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಸರಿದಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸೋಣ. ಇಷ್ಟೊಂದು ದೂರದಲ್ಲಿ ಈಗ ವಾಹನದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಭೂಮಿಯ ಸೆಳೆತ ಉಪೇಕ್ಷಿಸಬಹು ದಾದಷ್ಟು ಕ್ಷೀಣಿಸಿಹೋಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯನ ಆಕರ್ಷಣೆಯಾದರೋ ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟಿದ್ದಿತೋ ಈಗಲೂ ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಅಷ್ಟೇ ಇರು ವುದು—ಏಕೆಂದರೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸೂರ್ಯನಿಗಿರುವ 15 ಕೋಟಿ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ಮುಂದೆ ಹತ್ತಾರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಷ್ಟೇನೂ ಗಣನಾರ್ಹವಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗದ ಉಪಮಾನವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ವಾಹನವು ಈ ಹೊಸ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ "ಬಾಣಲೆ"ಯ ಬದಲು ಸೌರ

---

[8] ಕಾಲ್ಪನಿಕ ವೀಕ್ಷಕನೊಬ್ಬನು ಭೂಮಿಯ ದೈನಂದಿನ ಅಕ್ಷಪರಿಭ್ರಮಣೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳದೆ ಇದ್ದು ಚರಕಾಯಗಳನ್ನು ಭೂಕೇಂದ್ರದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಗೋಚರಿಸುವ ಚಲನೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ವರ್ಣಿಸಲು 'ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ' ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುವುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ 'ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ', 'ಚಂದ್ರಸಾಪೇಕ್ಷ', ಮತ್ತು 'ಗ್ರಹಸಾಪೇಕ್ಷ' ಎಂಬ ವಿಶೇಷಣಗಳನ್ನು ಸಹ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಮಾಡಬಹುದಷ್ಟೆ.

ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ "ಬಾಣಲಿ"ಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಅಂದಮೇಲೆ ಇಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ವಾಹನವು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಪಥದ ಆಕಾರವು ಅದು ಈಗ ಗಳಿಸಿರುವ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆಂದಾಯಿತು.

ಈ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ ಸೌರವಿಮೋಚನವೇಗವನ್ನೇ ಮೀರಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಇನ್ನುಮುಂದೆ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಯು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಹೈಪರ್‌ಬೊಲಾಕಾರದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಿಹೋಗುವುದು. ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಇಂತಹ ನೌಕೆ ಇಡೀ ಸೌರವ್ಯೂಹವನ್ನೇ ತೊರೆದು ಕಾಲಾನುಕಾಲಕ್ಕೆ ಅತಿ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಬಳಿಗೆ ಸಾಗಬಲ್ಲದು.[9]

ಭೂವಿಮೋಚನೆ ಹೊಂದಿದ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಯ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ ಸೌರವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ನೌಕೆಯ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ಪಥ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳುತ್ತದೆ. (ಚಿತ್ರ ೨, ರೇಖೆ "2" ಅಥವಾ "3"; ಇಲ್ಲಿ Z ಬಿಂದುವಿನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ.) ಅಂದರೆ ಈಗ ನಮ್ಮ ನೌಕೆ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಮರಿಗ್ರಹವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು.

ಇಂತಹ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಕೃತಕ ಮರಿಗ್ರಹವನ್ನು ಸೋವಿಯತ್ ರಷ್ಯಾದಿಂದ 1959ರ ಜನವರಿ 2ರಂದು ಹಾರಿಸಲಾಯಿತು. ಅದಕ್ಕಿಟ್ಟದ್ದ ಹೆಸರು 'ಹಗಲುಗನಸು'[10] ಎಂದು. ಇಂದಿಗೂ ಅದು ಸುಮಾರು 450 ದಿವಸಗಳಿಗೊಂದು ಸಲದಂತೆ ಸೂರ್ಯಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ.

ಸಮಾನತಾ ತತ್ತ್ವ

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹತ್ತಾರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಸರಿದ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಸೌರಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ "ಬಾಣಲಿ" ನಿರ್ಧರಿಸುವುದಾದರೆ ಭೂಮಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಭೂವ್ಯಾಕರ್ಷಣೆಯ "ಬಾಣಲಿ" ಯೊಂದರಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಂತೆ ಚಿತ್ರಿಸಿರುವುದು ತಪ್ಪಲ್ಲವೇ?—ಎಂದು ಪ್ರಶ್ನಿಸಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯ "ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾದ" ಚಿತ್ರಣಕ್ಕಾಗಿ ಎರಡೂ ಬಾಣಲೆಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯೊಂದನ್ನು ಎರಕ ಹುಯ್ಯಲು ಕೆಲವರು ತವಕಿಸಬಹುದು.

---

[9] ಆದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಸಿದ್ಧಿಸಿರುವ ವೇಗಗಳಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರಾಭಿಮುಖ ಯಾನವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಹತ್ತಿರದ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುವ ವೇಳೆಗೆ ನೂರಾರು ಶತಮಾನಗಳೇ ಸಂದುಹೋಗಿರುವುವು! ನಿಜಕ್ಕೂ ಉಪಯುಕ್ತ ನಕ್ಷತ್ರಯಾನಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಹೋಲುವಂತಹ ಅಧಿಕ ವೇಗಗಳು ಅವಶ್ಯಕ.

[10] "Metchta" = "ಹಗಲುಗನಸು".

ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರಾದರೋ ಭೂನೆರೆಯಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಡುವ ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಒದಗುವ ಸೌರಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಮಾಣ ತೀರಾ ಉಪೇಕ್ಷಣೀಯವಾಗುವುದೆಂದು ಅನುಮಾನಿಸಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಭೂಮ್ಯಾಕರ್ಷಣೆಯೇ ಪ್ರಧಾನ ನಿರ್ಧಾರಕವಾಗುವುದೆಂದು ತರ್ಕಿಸಬಹುದು.

ಆದರೆ ಈ ಈರ್ವರ ಆಲೋಚನೆಗಳೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದೋಷ ಯುಕ್ತವಾಗಿವೆ. ನಾವು ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಭೂಉಪಗ್ರಹದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಖಂಡಿತವಾಗಿಯೂ ಭೂಮಿಯ ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಸೆಳತಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಯನ್ನೇ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಆದರೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ನೋಡಿದಾಗ ಗೋಚರಿಸುವ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಲನಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಾಗ ಇಂತಹ ನೇರ ಸಂಯೋಜನೆ ಸತ್ಯಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನೇ ನೀಡುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡನೆಯ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹ (ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದೇ ಚರಕಾಯ) ಭೂಮಿಯ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವವರೆಗೂ ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರಾವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗಳನ್ನೂ ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಾರದು.

ಹಾಗಿದ್ದ ಮೇಲೆ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಸೌರಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆ ಎಲ್ಲಿ ಮಾಯವಾಗಿ ಹೋಯಿತು?

ಇಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಭೌತ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಇಡೀ ಭೂಮಿಯೇ ಸೂರ್ಯನ ಸೆಳತಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ ಯಾವ ಯಂತ್ರದ ನೆರವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕಾರದ ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿದೆಯೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಿ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನ ಸೆಳೆತವು ಭೂಮಿಯ ನೆರೆಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಉಪಗ್ರಹ, ರಾಕೆಟ್, ವಿಮಾನ, ರೈಲು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿ ಹಾಗೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದುವಂತೆ ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತಲಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಅದು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಇದೇ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿ, ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಕಾಯಗಳ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೇ ಇರುವ ಇಡೀ ಭೂಮಿಯ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕೂಡ ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿಯೇ ಮಾರ್ಪಡಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತಿದೆ.[11] ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಈ ಎರಡು ಚಲನೆಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು

---

11 ಆದರೆ ಭೂಮಿ ಬಿಂದುಪ್ರಾಯವಾದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕಣವಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವವು ಇಡೀ ಭೂನೆರೆಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯೆಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ನಿಯತವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಪ್ರಭಾವ ಒಟ್ಟು ಭೂಮಿಯ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಭೂಮೇಲ್ಮೈ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಬಳಿ ತುಸು ಅಧಿಕವಾಗಿಯೂ, ಸೂರ್ಯನಿಂದ ದೂರವಾಗಿರುವ ಭೂ

ಮಾತ್ರ ವೀಕ್ಷಿಸಬಲ್ಲ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳ ಪಾಲಿಗೆ ಸೌರಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮ ಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಗೋಚರಿಸದೆ ಹೋಗುವುದರಲ್ಲಿ ಅಚ್ಚರಿಯೇನಿಲ್ಲ.

ಭೂಸನ್ನಿಹಿತ ವಸ್ತುಗಳ ಭೂ ಸಾ ಪೇ ಕ್ಷ ಚಲನವಲನಗಳಲ್ಲಿ ಸೌರಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವ ಅಷ್ಟೇನೂ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿತವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೆಂದಾಯಿತು. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಎಂದೂ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ದೂರ ಸರಿಯದ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯ "ಬಾಣಲೆ" ಯೊಂದರಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುವಂತೆ ನಾವು ವರ್ಣಿಸಿರುವುದು ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ವಾಸ್ತವಿಕ ಚಿತ್ರಣವೇ ಸರಿ.

ಮಾರ್ಮಿಕವಾದ ಈ ಬಗೆಯ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನೇ ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ತಳಹದಿಯನ್ನಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಆದರ್ಶೀಕರಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಮಾನತಾ ತತ್ವ (the principle of equivalence) ವೆಂಬ ವ್ಯಾಪಕ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು.

ನಿಯತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಿ ಅಡಚಣೆಗಳಿಲ್ಲದೆ (ಯಂತ್ರರಹಿತನಾಗಿ) ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವೀಕ್ಷಕನು ವಿಧವಿಧ ಚರಾಚರ ಕಾಯಗಳು, ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಳಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಮುಂತಾದ ಏನೇ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದರೂ ತನ್ನ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಆ ಆಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಲೇಶ ಮಾತ್ರವೂ ಗಮನಿಸಲಾರದೆ ಹೋಗುತ್ತಾನೆಂದು ಈ ತತ್ವ ಘೋಷಿಸುತ್ತದೆ.

ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆ

ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಮುಂತಾದ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನೂ, ಭೂಮಿಯೂ (ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಇತರ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳೂ) ಸೇರಿ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಸಂಯುಕ್ತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಮೂಲಕ ಅಡ್ಡಿ ಅಡಚಣೆಗಳಾಗಲೀ ಯಂತ್ರಗಳ ನೆರವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲದೆ ತಮ್ಮ ಪಾಡಿಗೆ ತಾವು ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಪುಟ್ಟ ವಾಹನಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಷ್ಟು ಅಲ್ಪ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯು ನಿಯತವಾಗಿರುವುದೆಂದೇ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಮಾನತಾ ತತ್ವದ ಮೇರೆಗೆ ಈ ವಾಹನಗಳ ಸವಾರರಿಗೆ ಅವರ ನೆರೆಯಲ್ಲಿ ಸೌರಾಕರ್ಷಣೆಯಾಗಲೀ ಭೂಮ್ಯಾಕರ್ಷಣೆಯಾಗಲೀ

ಮೇಲ್ಮೈಯ ಬಳಿ ತುಸು ಕಡಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿನ ಇಂತಹ ಅಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನೇನೋ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳು ಗಮನಿಸಬಲ್ಲರು—ಸಾಗರದ ಉಬ್ಬರವಿಳಿತಗಳು ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಒಂದು ಪರಿಣಾಮ. ಆದರೆ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಒಟ್ಟು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಮಾತ್ರ ಅವರ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ನಿಲುಕದ ಪ್ರಾಂತ್ಯ.

ಇತರ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವೊಂದರ ಆಕರ್ಷಣೆಯಾಗಲೀ ಲೇಶಮಾತ್ರವೂ ಗೋಚರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಈ ವಾಹನಗಳೇನಾದರೂ ಭೂಮಿಯಷ್ಟು ದೊಡ್ಡವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಭೂಮಿಯಂತೆಯೇ ಸತ್ವಯುತವಾದ ಸ್ವಂತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯಿದ್ದು ಆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನಾದರೂ ಸವಾರರು ಅನುಭವಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು; ಆದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ತೀರಾ ಪುಟ್ಟವಾದ್ದರಿಂದ ಅವು ಗಣನಾರ್ಹವಾದ ಸ್ವಂತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನೂ ಪಡೆದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಹೀಗಾಗಿ ಅಂತಹ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ಪ್ರಯಾಣಿಕರಿಗೆ ಯಾವ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಅನುಭವವೂ ಇಲ್ಲದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ತಮ್ಮ ಶರೀರದ ಅಂಗಾಂಗಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ಯಾವೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗೂ ಭಾರವೇ ಇಲ್ಲದಿರುವಂತೆ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ತೋರಿಬರುವುದು.

ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳ ವೃತ್ತಪತ್ರಿಕಾವರದಿಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷನಾವಿಕರಿಗೆ ಪ್ರಾಪ್ತವಾದ ಇಂತಹ ಭಾರರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ತಪ್ಪದೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿವೆ. ಆದರೆ ಈ ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆಗೆ ನಾವಿಕರ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚರಸ್ಥಿತಿಯೇ ಕಾರಣವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸದೆ ಅನೇಕ ಜನರು ಈ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವುದುಂಟು.

ಅಂತಹ ಒಂದು ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆ ಅಂತರಿಕ್ಷನಾವಿಕರು ಭೂಮಿಯಿಂದ ತುಂಬಾ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಭೂಮ್ಯಾಕರ್ಷಣೆ ಸತ್ವಹೀನವಾಗಿ ಹೋಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಎಣಿಸುವುದು. ಆದರೆ ಮಾನವಕುಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಅಂತರಿಕ್ಷನಾವಿಕರಾದ ಯೂರಿ ಗಗಾರಿನ್ ತಮ್ಮ ಆಕಾಶಯಾನದಲ್ಲಿ ಮುಟ್ಟಿದ ಪರಮಾವಧಿ ಎತ್ತರವೆಂದರೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 320 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು ಮಾತ್ರ. ಅಷ್ಟು ಕಡಮೆ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯ ಬಳಿ ಇರುವುದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ ಶೇಕಡಾ 10ರಷ್ಟು ಭಾಗ ಕೂಡ ಕುಗ್ಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ತಾವು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಷ್ಟು ಕಾಲವೂ ಗಗಾರಿನ್ ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಾರರಹಿತ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನನುಭವಿಸಿದರು.

ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸಲುವಳಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಯೆಂದರೆ ಭೂಮ್ಯಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಅದರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವ ಇತರ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆಗಳು ರದ್ದುಗೊಳಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ 1865ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೆಂಚ್ ಕಾದಂಬರಿಕಾರ ಜೂಲ್ಸ್‌ವರ್ನ್ ಅವರು ರಚಿಸಿದ ಚಾಂದ್ರಯಾನ ಕಥನದಲ್ಲಿ ಬಾರ್ಬಿಕೇನ್, ನಿಕಾಲ್ ಮತ್ತು ಆರ್ಡನ್ ಎಂಬ ಮೂವರು ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಸಾಗುವಾಗ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಕಡೆ—ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರನ ಸೆಳೆತಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ—ಭಾರರಹಿತರಾಗುವರು! 1865ರಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ

ವನ್ನು ಬಲ್ಲ ಗೆಳೆಯರ ಸಲಹೆಯನ್ನು ಜೂಲ್ಸ್‌ವರ್ನ್ ಪಡೆದಿದ್ದರೆ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಾಂದ್ರಯಾನ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಷ್ಟು ಪೂರ್ಣ ಕಾಲವೂ ಆ ಮೂವರು ಯಾತ್ರಿಕರು ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕಾಗುವುದೆಂಬ ವಾಸ್ತವಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಈ ಲೇಖಕರ ಕಥನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು.

ಶುಕ್ರಾಭಿಗಾಮಿ ಹಾಗೂ ಮಂಗಳಾಭಿಗಾಮಿ ಯಾನಗಳು

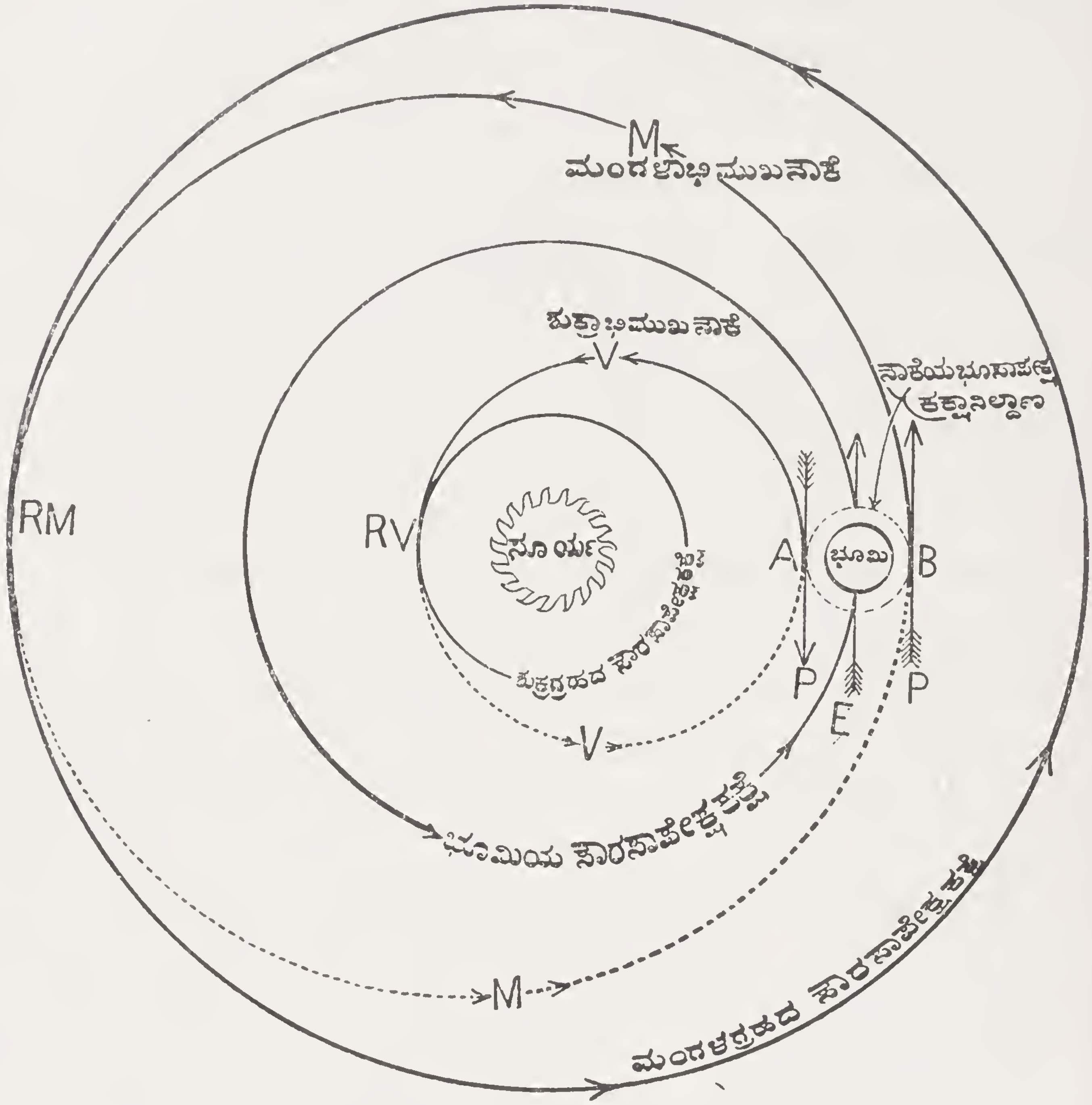
ಒಂದು ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ಪಥದ ಮೇಲೆ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನದ ವೇಗವನ್ನು ಕೆಲವು ಕ್ಷಣಗಳವರೆಗೆ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಇಲ್ಲವೆ ಪರಿಮಾಣ ಹಾಗೂ ದಿಕ್ಕುಗಳೆರಡರಲ್ಲೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ವಾಹನವು ಬೇರೊಂದು ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ಭಿನ್ನವಾದ ಪಥದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸುವುದು. ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ಸಂಚಾರ ನಿಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಪಥಾಂತರಗಳು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಮಂಗಳ, ಶುಕ್ರ, ಚಂದ್ರ ಮುಂತಾದ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಮೊದಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಆವರ್ತಕ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಮೇಲೆ ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳಾಗುವಂತೆ ಮಾತ್ರ ಹಾರಿಬಿಡಲಾಗುವುದು. ಈ ಬಗೆಯ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣ (parking orbit) ಗಳೆಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯಬಹುದು.

ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಾಹನವನ್ನು ಪಥಾಂತರಗೊಳಿಸಿ ಹೇಗೆ ಶುಕ್ರ ಅಥವಾ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೆಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಉತ್ತರಿಸಲು ಚಿತ್ರ ೩ ನಮಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದು. ಸರಳತೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ವಾಹನದ (ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ) ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣ ಹಾಗೂ ಮಂಗಳ, ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಶುಕ್ರ ಗ್ರಹಗಳ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ಕಕ್ಷೆಗಳು—ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಒಂದೇ ತಲದಲ್ಲಿರುವ ವೃತ್ತಾಕೃತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ E ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಸೌರವರ್ತುಲ ವೇಗವೆಂದೂ P ಎಂದು ಗುರುತುಮಾಡಿರುವ ವಾಹನದ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗವನ್ನು ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಭೂವರ್ತುಲ ವೇಗವೆಂದೂ ಭಾವಿಸಬಹುದು.[12]

---

[12] ಈ ವೇಗಗಳ ಸುಮಾರು ಪರಿಮಾಣಗಳು: E = ಸೆಕಂಡಿಗೆ 30 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು; P = ಸೆಕಂಡಿಗೆ 8 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು.



ಚಿತ್ರ ೩. ಶುಕ್ರ ಮತ್ತು ಮಂಗಳಗ್ರಹಗಳೆಡೆಗೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಮಾರ್ಗಗಳು

ವಾಹನವು ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದ ಮೇಲೆ A ಎಂಬ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಈ E ಮತ್ತು P ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿರೋಧವಾದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ A ಬಿಂದುವಿನ ಬಳಿ ವಾಹನದ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗ E-P ಆಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲು ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ B ಎಂಬ ಕಡೆ ವಾಹನವಿದ್ದರೆ E ಮತ್ತು P ಗಳು ಏಕಮುಖವಾಗಿದ್ದು ಅದರ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗ E+P ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ E ಯು ಸೌರವರ್ತುಲವೇಗವಾದ್ದರಿಂದ E-P ಯು ಸೌರವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿಯೂ E+P ಯು ಆ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಹೀಗಾಗಿ ವಾಹನವು A ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯೇನಾದರೂ ಒಂದು ವೇಳೆ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆ ಮಾಯವಾಗಿ ಬಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ ಸೌರವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಈ

ವಾಹನ ನಮ್ಮ ಹಿಂದಿನ ಚಿತ್ರವಾದ ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ "2" ಎಂಬುದಾಗಿ ನಿರ್ದೇಶಿಸಿರುವಂತಹ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕೃತಿಯ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ಕಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಸಂಚರಿಸತೊಡಗಿ ಅದಕ್ಕೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಅಂತರ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತಿತ್ತು.

ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯನ್ನು ಹಠಾತ್ತನೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಂದಿಸುವ ಯಾವ 'ಸ್ವಿಚ್' ಅನ್ನೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅರಿಯರು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲು ಅವರು ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ Aಯಲ್ಲಿರುವ ವಾಹನದ ವೇಗವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಭೂವರ್ತುಲವೇಗವಾದ Pಯಿಂದ ಭೂವಿಮೋಚನ ವೇಗಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾದ ಬೇರೊಂದು ಸೂಕ್ತ ವೇಗ Qಗೆ ವೃದ್ಧಿ ಮಾಡಬಲ್ಲರು.[13] ಇದರಿಂದ ವಾಹನದ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ E-P ಯಿಂದ E-Qಯಷ್ಟು ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಕಡಮೆ ಯಾಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ಕುಗ್ಗಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆಯೇ[14] ವಾಹನವು ಪಥಾಂತರಗೊಂಡು ಚಿತ್ರ ೩ರಲ್ಲಿ "V" ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷ ಕಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸಿಹೋಗುವುದು. ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಒದಗಿಸುವ Q ವೇಗವನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಈ "V" ಕಕ್ಷೆಯು ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು "RV" ಎಂಬ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸ್ಪರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ.

ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದ ಮೇಲೆ Bಯ ಬಳಿ ವಾಹನವಿರುವಾಗ[15] ಅದರ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವನ್ನು ಸೂಕ್ತಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚುಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ವಾಹನವೇಗ ಸೌರವರ್ತುಲವೇಗವನ್ನು ಮೀರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ವಾಹನವು ಚಿತ್ರ ೩ರಲ್ಲಿ "M" ಎಂದು ತೋರಿಸಿರುವ ಸೂರ್ಯಸಾಪೇಕ್ಷಕಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ಸಂಚರಿಸಿ "RM" ಎಂಬಲ್ಲಿ ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದು. (ಚಿತ್ರ ೩ರ "M" ಕಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಚಿತ್ರ ೨ರ "3" ಎಂಬ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿ.)

ವಾಹನವು ತೆರಳಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಶುಕ್ರಗ್ರಹದೆಡೆಗೇ ಆಗಲೀ ಮಂಗಳಗ್ರಹದೆಡೆಗೇ ಆಗಲೀ ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಏಕಪ್ರಕಾರ ಹೆಚ್ಚೇ ಮಾಡಬೇಕಾಗುವುದೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಈ ಎರಡು

---

[13] ಶುಕ್ರ ಮತ್ತು ಮಂಗಳ ಗ್ರಹಗಳೆಡೆಗೆ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುವಾಗ Qಯ ಕನಿಷ್ಠ ಪರಿಮಾಣ ಸೆಕಂಡಿಗೆ 14 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟಿರಬೇಕಾಗುವುದು.

[14] ನಿಜಕ್ಕೂ ಭೂಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾಯವಾಗದಿರುವುದರಿಂದ ವಾಹನವು A ಬಿಂದುವನ್ನು ತಲುಪುವುದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

[15] ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ವಾಹನ B ಯನ್ನು ತಲುಪುವುದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂಚೆಯೇ ಅದರ ವೇಗವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕಾಗುವುದು—ಮೇಲಿನ ಟಿಪ್ಪಣಿಯನ್ನು ನೋಡಿ.

ಪ್ರಸಂಗಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಾಹನಕ್ಕೆ ವೇಗವೃದ್ಧಿಯಾಗಬೇಕಾದ ವೇಳೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಚಿತ್ರ ೩ರಲ್ಲಿ A ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಭೂಮಿಯ ಭಾಗಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿಕೊಂಡಿವೆಯಷ್ಟೆ. ಅಂದರೆ ಈ ಭೂಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಹಗಲುವೇಳೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತೆಯೇ B ಬಿಂದುವಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಭೂಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವೇಳೆ ರಾತ್ರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣವು ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಭೂಮಿ, ಶುಕ್ರ ಹಾಗೂ ಮಂಗಳಗ್ರಹಗಳ ಕಕ್ಷೆಗಳ ತಲದಲ್ಲೇ ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುವಾಗ ಆ ನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ರಾತ್ರಿ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ತ್ಯಜಿಸಿದ ವಾಹನ ಮಂಗಳಾಭಿಗಾಮಿ, ಹಗಲು ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ತ್ಯಜಿಸಿದ್ದು ಶುಕ್ರಾಭಿಗಾಮಿ ಎಂದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಸೂತ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು.

ಶುಕ್ರ ಅಥವಾ ಮಂಗಳಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಚಂದ್ರ ಭೂಮಿಗೆ ತೀರಾ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಕಾಯವೇ ಸರಿ. ಆದ್ದರಿಂದ ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಸಾಗಬೇಕಾದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನದ ವೇಗವನ್ನು ಶುಕ್ರ ಅಥವಾ ಮಂಗಳಗ್ರಹಗಳಿಗೆ ತೆರಳುವ ವಾಹನಗಳ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ತುಸು ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿದರೂ ಅದು ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲದು ; ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ, ಚಂದ್ರಾನ್ವೇಷಕವಾಹನವೊಂದು ತನ್ನ ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆವೇಗದಿಂದ ತ್ಯಜಿಸಿದರೂ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಶುಕ್ರ, ಮಂಗಳಗಳಂತೆ ಚಂದ್ರ ನೇರವಾಗಿ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡದೆ ಪ್ರಥಮತಃ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗುವುದರಿಂದ ಚಾಂದ್ರಯಾನ ವಾಹನಗಳ ಸಂಚಾರನಿಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳೇ ಸೂರ್ಯ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಮಾಗಮ, ಸಂಬಂಧನ ಮತ್ತು ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣ

ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣದ A ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕನೌಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾಲದ ಬಳಿಕ ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು RVಯಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಬಲ್ಲದೆಂದು ಹಿಂದಿನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಾವು ಮನಗಂಡೆವು (ಚಿತ್ರ ೩). ಆದರೆ ಕೇವಲ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಶುಕ್ರಗ್ರಹವನ್ನೇ ಮುಟ್ಟಿದಂತಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಾಹನ ನಿಜಕ್ಕೂ ಶುಕ್ರಗ್ರಹವನ್ನೇ ಸಂಧಿಸಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನ ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಬೇಕಾದ ದಿನ ಮತ್ತು ವೇಳೆಗಳನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ RV ಬಿಂದುವಿನ ಮೂಲಕ ಗ್ರಹವು ಯಾವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋಗುವುದೋ, ಸರಿಸುಮಾರು ಅದೇ ಕಾಲಕ್ಕೆ ವಾಹನವೂ ಆ ಸ್ಥಳದ ಬಳಿ ಆಗಮಿಸುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಬೇಕು. ಇಂತಹ ಏರ್ಪಾಟಿಗೆ ವಾಹನ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಳ ಸಮಾಗಮ (rendezvous)ವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಕಕ್ಷಾನಿಲ್ದಾಣವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸುವ ಘಳಿಗೆಯಲ್ಲೇ ವಾಹನವನ್ನು ಅಪೇಕ್ಷಿತ

ಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ಒಯ್ಯುವ ಪಥದ ಮೇಲೆ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಚಿಮ್ಮಿಬಿಡಬಹುದೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ತಪ್ಪು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹಂಗಾಮಿ ಯೋಜನೆಯ ಮೇರೆಗೆ ವಾಹನವು ಸರಿಸುಮಾರು ಪಥವೊಂದರ ಮೇಲೆ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರ ಚಲಿಸಿದನಂತರ ಆ ಪಥದ ಲಕ್ಷಣಾಂಕಗಳನ್ನು (parameters) ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಗ್ರಹದೊಡನೆ ಸಮರ್ಪಕವಾದ ಸಮಾಗಮವನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವ ಬೇರೊಂದು ಪರಿಷ್ಕೃತ ಪಥಕ್ಕೆ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆ ವಾಹನವನ್ನು ತಿರುಗಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ಬಗೆಯ ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದ ಪಥಾಂತರಗಳನ್ನು ಮಧ್ಯಮಾರ್ಗ ಸಂಸ್ಕರಣ (mid-course correction)ವೆಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಹೇಗೆ ಶುಕ್ರ ಮೊದಲಾದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಚರಕಾಯಗಳೊಂದಿಗೆ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ಸಮಾಗಮವೇರ್ಪಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೋ ಅಂತೆಯೇ ಎರಡು ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಸಹ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾಗಮ ಹೊಂದಲು ಸಾಧ್ಯವುಂಟು. 1965ರ ಡಿಸೆಂಬರ್ 15ರಂದು ನಡೆದ ಚರಿತ್ರಾರ್ಹವಾದ ಈ ಎರಡನೆಯ ಬಗೆಯ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಯಶಸ್ವಿ ಸಮಾಗಮದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಜೆಮಿನಿ ೭ ಮತ್ತು ಜೆಮಿನಿ ೬ ಎಂಬ ಎರಡು ಕೃತಕ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭಾಗವಹಿಸಿದವು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲೂ ಈರ್ವರು ಮಾನವ ಚಾಲಕರಿದ್ದು, ಜೆಮಿನಿ ೬ನ್ನು ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ನಾಲ್ಕುಸಲ ಪಥಾಂತರಗೊಳಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಸಮಾಗಮವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಯಿತು.

ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ವಾಹನಗಳೆರಡು ಸಮಾಗಮಗೊಂಡಾಗ ಅವುಗಳಿಗೆ ಭೌತ ಸಂಪರ್ಕವೇರ್ಪಡಬೇಕಾದುದೇನಿಲ್ಲ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಸಮಾಗಮ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳ ವೇಗಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದ ಪಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅವು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಾಗಲೇ ಕೂಡದು ; ಹಾಗೆ ತಾಗಿದರೆ ಅವುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದಂತಾಗಿ ಅಪಾಯಕರ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ.

ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಸಮಾಗಮಗೊಳ್ಳುವ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿ ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಸಂಬಂಧನ (docking)ವೆಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯಬಹುದಾದ ಈ ಬಗೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಮೂಲವಾಹನವು ಯಾವ ಗತಿ ಹಾಗೂ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದೋ, ಸರಿಸುಮಾರಾಗಿ ಅದೇ ಗತಿ ಹಾಗೂ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಅದರೊಂದಿಗೆ ಸಮಾಗಮ ಹೊಂದುವ ವಾಹನವೂ ಚಲಿಸುವಂತೆ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ವಾಹನಗಳ ಚಲನಕ್ರಮವನ್ನು ಅಂತಿಮ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ಭೂಮಿ, ಶುಕ್ರ, ಚಂದ್ರ ಮುಂತಾದ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಚರಕಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಗಳನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಸುವ—ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣ

(soft landing)—ಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಚಂದ್ರನೊಡನೆ ಕೇವಲ ಸಮಾಗಮವಷ್ಟೇ ಆದರೆ, ನೌಕೆಯ ವೇಗ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯವಲ್ಲ; ತೀರಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ನೌಕೆ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಮುಂದೆ ಸಾಗಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿಹೊಡೆದು ನಾಶವಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಮಾಗಮವು ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣದಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಅಂತಿಮ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡಿ ನೌಕೆಯ ಚಂದ್ರಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗವನ್ನು ಗಣನಾರ್ಹವಲ್ಲದ ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಕುಗ್ಗಿಸಲೇಬೇಕು. ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಸಾಧಿಸಲಾದ ಈ ಬಗೆಯ ಚರಿತ್ರಾರ್ಹ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ ಲ್ಯೂನ 9 ಎಂಬ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನವು 1966ರ ಫೆಬ್ರುವರಿ 3ರಂದು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿದು ತನ್ನ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮೂಲಕ ಭೂಮಿಗೆ ರವಾನಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿತು.

ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣ—ವಾಯುಮಂಡಳಗಳ ಮೂಲಕ

ದಟ್ಟವಾದ ವಾಯುಮಂಡಳಗಳಿಂದ ಆವೃತ್ತವಾದ ಭೂಮಿ, ಶುಕ್ರ ಮುಂತಾದ ಗ್ರಹಗಳ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು ವಾಯುಮಂಡಳರಹಿತ ಚಂದ್ರನ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಿನ್ನವಾದ ರೂಪವನ್ನು ತಾಳುತ್ತವೆ.[16] ಇಲ್ಲಿ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದ ವಾಹನದ ಗ್ರಹಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗವನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಲು ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಬದಲು ವಾಯುಮಂಡಳದ ಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅನುಕೂಲವಿದೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ವಾಹನದ ಚಲನೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಮಂದವಾದಾಗ ವಾಹನದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಪ್ಯಾರಶೂಟ್ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ವಾಯುಪ್ರತಿರೋಧವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ವರ್ಧಿಸಬಹುದು; ಇದರಿಂದ ಅಂತಿಮಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ವಾಹನ ಉಪೇಕ್ಷಣೀಯವಾಗುವ ಅಲ್ಪ ವೇಗದಿಂದ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತಲುಪಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುವುದು.

ನೋಡಲು ಈ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣತಂತ್ರವು ತುಂಬಾ ಸರಳವಾಗಿರುವಂತೆ ಕಂಡರೂ ಬೃಹತ್ತರ ಪ್ರತಿಕೂಲವೊಂದನ್ನು ಅದು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ಕಾಯವೊಂದು ವಾಯುಮಂಡಳದ ಮೂಲಕ ಚಲಿಸುವಾಗ ಅದರ ಮುಂದಿರುವ ವಾಯುರಾಶಿಗೆ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಕದಲಿ ಧಾವಿಸಿ

---

16 ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದ ಮೂಲಕ ವಾಹನಗಳು ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಗೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 'ಪುನಪ್ರ್ರವೇಶ'ವೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆಯಾಗಿದೆ.

ಬರುತ್ತಿರುವ ಆ ಕಾಯದ ಸಾಗಣೆಗೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಡಲು ಯಾವ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯೂ ದೊರಕುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಂತಹ ಕಾಯವು ತನ್ನ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರದವರೆಗಿನ ವಾಯುರಾಶಿಯನ್ನು ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದಲ್ಲಿ ತೀವ್ರ ಒತ್ತಡಕ್ಕೂ ತತ್ಫಲಿತ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಸಂಕೋಚನೆಗೂ ಗುರಿಮಾಡುತ್ತಾ ಸಂಚರಿಸುವುದು. ಸಾಧಾರಣ ಪಂಪೊಂದರಿಂದ ಬೈಸಿಕಲ್ ಚಕ್ರಕ್ಕೆ ಬೇಗ ಬೇಗನೆ ಗಾಳಿ ತುಂಬಿಸಿದಾಗ ಆ ಪಂಪಿನ ಬುಡ ಬಿಸಿಯೇರುವುದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ಗಮನಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಗಾಳಿಯ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಸಂಕೋಚನೆಯ ಫಲವದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ—ಆದರೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಭಾರಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ—ಶಬ್ದಾತೀತ ವೇಗದಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವ ಕಾಯದ ಮುಂದಿರುವ ವಾಯುರಾಶಿಯೂ ಕಾದುಹೋಗುವುದು. ಕಾಯದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಹೀಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಉಷ್ಣತೆ ಅಧಿಕವಾಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕಾದ ವಾಯುರಾಶಿಗೂ ಆ ಕಾಯಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಂತರ ಸಹ ತಗ್ಗುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಕಾಯದ ವೇಗ ಶಬ್ದವೇಗದ ಐದರಷ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾದರಂತೂ—ಇಂತಹ ವೇಗಗಳನ್ನು ಅತಿಶಬ್ದಾತೀತ (hypersonic)ವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು—ಕಾದುಹೋಗುವ ವಾಯುರಾಶಿಗೂ ಕಾಯಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ಯಾವ ಗಣನಾರ್ಹ ಅಂತರವೂ ಉಳಿಯುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವಾಯುರಾಶಿಯ ಕಾವು ಆ ಕಾಯಕ್ಕೆ ತಟ್ಟಿ ಅನತಿಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದು ಪ್ರಜ್ವಲೋಷ್ಣತೆಯನ್ನೇ ಮುಟ್ಟಿಬಿಡುತ್ತದೆ.

'ಬೀಳುವ ನಕ್ಷತ್ರ'ಗಳಂತೆ ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಉಲ್ಕೆಗಳು (meteors) ವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ಪ್ರಜ್ವಲಿಸಿ ಉರಿದು ಹೋಗುವುದು ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ. ಯಾವುದಾದರೂ ಪ್ರಮಾದದಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಳವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಕೃತಕ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು ಸುಟ್ಟು ನಾಶವಾಗುವುದೂ ಹೀಗೆಯೇ.

ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಅತಿಶಬ್ದಾತೀತವಾದ ಗ್ರಹಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗಗಳಿಂದಲೇ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಗ್ರಹ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದಾಗ ಅವು ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಪತ್ತಿನಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನಾವಿಕರನ್ನೂ ಪ್ರಯೋಗೋಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಸಂರಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಾಯುಮಂಡಳವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ವಾಹನದ ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಉಷ್ಣಕವಚ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂತಹ ಕವಚದ ಮೇಲೆ ರಾಳ ಮುಂತಾದ ದ್ರವ್ಯಗಳ ದಪ್ಪನಾದ ಲೇಪನವಿರುತ್ತದೆ. ವಾಹನವು ವಾಯುಮಂಡಳವನ್ನು ಬೇಧಿಸುವಾಗ ಈ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಕಾದು ಆವಿಯಾಗಿ ವಾಯುಸಂಘರ್ಷದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಉಷ್ಣದಲ್ಲಿ ಬಹುಭಾಗವನ್ನು ಮತ್ತೆ ವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲೇ ಚದರಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಈ ತಂತ್ರದಿಂದ ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಮುಪ್ಪತ್ತುಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದ ಮೂಲಕ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆ

ಕೆಲವುವೇಳೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕವಾಹನಗಳನ್ನು ಶುಕ್ರ, ಚಂದ್ರ ಮುಂತಾದ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಇಳಿಸುವ ಬದಲು ಅವುಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳಾಗುವಂತೆ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ. ಭೂಮಿಯ ನೆರೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಆ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಭೂವರ್ತುಲವೇಗ ಹಾಗೂ ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಗಳುಂಟೆಂದು ಆಗಲೇ ಅರಿತಿದ್ದೇವೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಆ ಬಿಂದುಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಚಾಂದ್ರವರ್ತುಲವೇಗ ಹಾಗೂ ಚಾಂದ್ರವಿಮೋಚನವೇಗಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಟು ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಬಳಿಗೆ ಆಗಮಿಸುವ ವಾಹನಗಳು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಚಾಂದ್ರವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾದ ವೇಗಗಳಿಂದಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುವು. ಆದ್ದರಿಂದ ಅವುಗಳಾವುವೂ ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಲಾರವು. ಬದಲು, ಚಂದ್ರನೊಡನೆ ಅವು ಸಂಪರ್ಕರಹಿತ ಸಮಾಗಮವನ್ನು ಹೊಂದುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವುಗಳ ಚಂದ್ರಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವನ್ನು ಚಾಂದ್ರವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಮಾಡಿದರೆ ವೃತ್ತಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿಯೋ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿಯೋ ಇರುವ ಕಕ್ಷೆಗಳ ಮೇಲೆ ಅವು ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲೂ ತಿರುಗತೊಡಗುವುವು. (ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ Z ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು "1", "2" ಮತ್ತು "3" ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಕಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.)

ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹವೆಂದರೆ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ ಲ್ಯೂನ ೧೦ ಎಂಬ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕವಾಹನ. ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲಿನ ಕಕ್ಷೆಯನ್ನು ಅದು ತಲುಪಿದ ದಿನ ಏಪ್ರಿಲ್ 3, 1966.

ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರ ಸಂಯುಕ್ತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಲತೆಯ ದ್ವೀಪಗಳು

ಚಂದ್ರನ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಶೀಲನೆಗೆ ಯೋಗ್ಯವಾದ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಾರವೆಂದರೆ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರಿಗೆ ಉಭಯಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ. ಇಂತಹ ಉಭಯಸಾಮಾನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರಕಕ್ಷೆಯ ತಲದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನಷ್ಟೇ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷಕೋನೀಯವೇಗ

(angular velocity)ದಿಂದ ಹಾರಿಬಿಡಬಹುದು: ಆಗ ಅವು ಭೂಮಿಯಮೇಲೆ ನಿಂತು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಚಂದ್ರನಿಂದಲೂ ಚಂದ್ರನಮೇಲೆ ನಿಂತು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಭೂಮಿಯಿಂದಲೂ ಸದಾ ನಿಯತ ಕೋನಾಂತರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವಂತೆ ಕಂಡುಬರುವುವು.[17] ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿ—ಈ ಎರಡು ಕಾಯಗಳೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರುವುವೆಂದು ನಾವು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಉಭಯ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕೂಡ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವಂತೆ ನಮಗೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ.

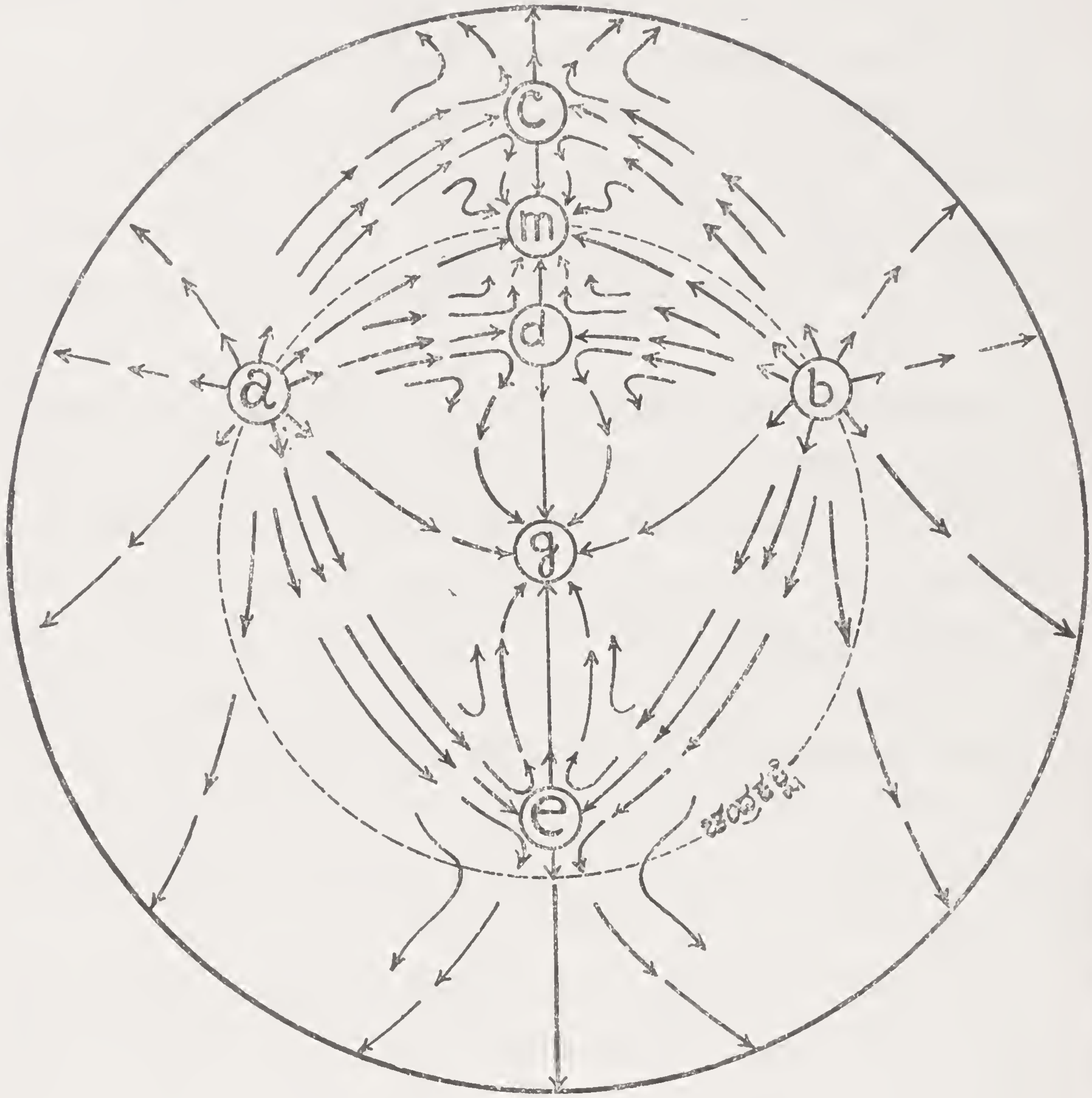
ಆದರೆ ಚಂದ್ರಕಕ್ಷೆಯ ತಲದಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳೂ ಈ ಬಗೆಯ ಉಭಯ ಸಾಮಾನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ಒಗ್ಗಿಬರುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬ ಅಂಶ ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಭೂಮಿ ಎರಡೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿವೆಯೆಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಈ ಕಾಯಗಳ ಸಂಯುಕ್ತ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ನಮ್ಮ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾದ 'ನಿಶ್ಚಲ' ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದಿದ್ದೇ ಆದರೆ, ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಆ ವಾಹನಗಳ ಮೇಲೆ ಅನಿವಾರ್ಯ ಗುರುತ್ವಬಲಗಳು ವರ್ತಿಸಿಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳಿರುವೆಡೆ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದ ವಾಹನಗಳು ಮತ್ತೆ ಚರಸ್ಥಿತಿಗೆ ಮರಳಬೇಕಾಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅವು ತಾವಿದ್ದ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ದೂರಸರಿದೂ ಹೋಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಿತ್ರ ೪ರಲ್ಲಿ ಅಂತಹ 'ನಿಶ್ಚಲ' ವಾಹನಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಿಂದುಗಳ ಬಳಿ ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುವ ಬಲಗಳ ಸೆಳೆತದ ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಬಾಣಗಳ ಮೂಲಕ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ **g** ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಭೂಮಿ ಹಾಗೂ **m** ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಚಂದ್ರ ಇವೆರಡು ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ **a, b, c, d** ಮತ್ತು **e** ಎಂದು ಗುರುತಿಸಿರುವ ಐದು ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ 'ನಿಶ್ಚಲ' ವಾಹನಗಳು ಯಾವ ಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೂ ಗುರಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ 1772ರಲ್ಲಿ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಮಾಡಿ ಮನಗಂಡವರು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ಜೋಸೆಫ್ ಲಂಗ್ರಾಜ್ ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗಣಿತಜ್ಞರು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯ ಉಭಯಸಾಮಾನ್ಯ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು ಈ ಐದು ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವೇ.

---

[17] ಈ ಮಾತನ್ನು ಹೇಳುವಾಗ ಚಂದ್ರಕಕ್ಷೆ ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸಂಚರಿಸುವ ಕಕ್ಷೆ ವೃತ್ತದಿಂದ ತುಸು ಭಿನ್ನವಾದ ಎಲಿಪ್ಸ್ ಆಕಾರದಲ್ಲಿದೆ.



ಭೂಮಿ (g) ಮತ್ತು ಚಂದ್ರ (m) ಎರಡೂ ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿವೆಯೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ತಾವೂ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಾಹನಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಗುರುತ್ವಬಲಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ. **am, ag, bm, bg** ಹಾಗೂ **gm** ದೂರಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಮವಾಗುವಂತೆ **a** ಮತ್ತು **b** ಸ್ಥಾನಗಳು ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ; **gc, gm, gd** ಮತ್ತು **ge** ದೂರಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ 449, 385, 327 ಮತ್ತು 382 ಸಹಸ್ರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಆಗುವುವು. (ಚಿತ್ರವನ್ನು ಅಳತೆಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಬರೆದಿಲ್ಲ.)

ಚಿತ್ರ ೪ರ ಬಾಣಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ a, b, c, d ಮತ್ತು eಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕಾರಣಾಂತರಗಳಿಂದ ಅತ್ಯಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟ ಹೊಂದಿದರೂ ಗುರುತ್ವಬಲಗಳಿಗೆ ಗುರಿಯಾಗಿ ದೂರ ದೂರ ಸರಿದು ಹೋಗಿ ಬಿಡಬಹುದೆಂಬ ಶಂಕೆಯುಂಟಾಗುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ. ಆದರೆ ಬಾಣಗಳು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವುದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವ ನಮ್ಮ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ನಿಶ್ಚಲ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಾಹನಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು

ಮಾತ್ರವೇ. ಇದೇ ಕಲ್ಪನೆಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ವಾಹನಗಳು ಚರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ಬಲಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕೋರಿಯಾಲಿಬಲಗಳೆಂಬ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಬಲಗಳು ವಾಹನಗಳು ಚಲಿಸುವ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಲಂಬನೇರದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸತೊಡಗಿ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಜಟಿಲರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿಬಿಡುವುವು. ಈ ಮಾರ್ಪಾಟಿನ ಒಂದು ಸತ್ಫಲವಾಗಿ a ಮತ್ತು b ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ 'ನಿಶ್ಚಲ' ವಾಗಿರುವ ವಾಹನಗಳು ಆ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ತುಸು ಕದಲಿಹೋದಾಗ್ಯೂ ಅಲ್ಲಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಅದೇ ಬಿಂದುಗಳ ನೆರೆಯಲ್ಲೇ ದೀರ್ಘಕಾಲಗಳವರೆಗೆ ಸುತ್ತಾಡುತ್ತಿರಬೇಕಾಗುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳ ಬಳಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಬಹುದಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಆ ಬಿಂದುಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲೇ ಬಹುಕಾಲ ಯಂತ್ರಗಳ ನೆರವಿಲ್ಲದೆ ಸುಭದ್ರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

c, d ಮತ್ತು e ಬಿಂದುಗಳ ಬಳಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಬಹುದಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಮಾತ್ರ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾದ ಸುಭದ್ರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಆಯಾ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲೇ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆಂದು ನಂಬಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ದೂರಸರಿದು ಹೋಗುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಅವುಗಳೇನಾದರೂ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದಲ್ಲಿ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಸರಿಯಾದ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿಸಲು ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಸಂಸ್ಕರಣಗಳಿಗೆ ವಿನಿಯೋಗವಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಆವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸುವುದು ಅಷ್ಟೇನೂ ಪ್ರಯಾಸಕರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

a ಮತ್ತು b ಬಿಂದುಗಳ ಬಳಿ ಹೇಗೆ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ವಾಹನಗಳು ಯಂತ್ರರಹಿತವಾಗಿ ಬಹುಕಾಲ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆ (meteoroid)ಗಳಂತಹ ನೈಸರ್ಗಿಕ ವಸ್ತುಗಳೂ ಅಲ್ಲಿ ಸುಭದ್ರವಾಗಿ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲಗಳವರೆಗೆ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು. ನಿಜಕ್ಕೂ ಈ ಬಿಂದುಗಳ ನೆರೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಚಿಕ್ಕಪುಟ್ಟ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆಗಳು ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಸುತ್ತಾಡುತ್ತಿರಬೇಕೆಂಬ ಅನುಮಾನ ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನೆಲೆಯಾಗಿದ್ದರೂ ಅಂತಹ ಶಿಲಾಸಮೂಹಗಳ ನೇರವಾದ ದರ್ಶನಲಾಭ ಅವರಿಗೆ ಇತ್ತೀಚಿನವರೆಗೆ ದೊರೆತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಪೋಲೆಂಡಿನ ಕಾರ್ಡ್‌ಲೆವ್‌ಸ್ಕಿ ಅವರು 1956ರಲ್ಲಿ ಈ ಶಿಲಾಸಮೂಹಗಳ ಇರವನ್ನು ಬರಿಗಣ್ಣಿನ ವೀಕ್ಷಣೆಯಿಂದ ಸಮರ್ಥಿಸಿದರಲ್ಲದೆ ಕೊನೆಗೆ 1961ರ ಅವುಗಳ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಲೂ ಶಕ್ತರಾದರು.

ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು a ಮತ್ತು b ಬಿಂದುಗಳ ಬಳಿ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರಿಗೆ ಉಭಯ ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ನೆರೆದಿರುವ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಭೂಮಿ ಹಾಗೂ ಚಂದ್ರರ ಸೃಷ್ಟಿಯ

ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆಲ್ಲಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಉಲ್ಕಾಶಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ ಮುಂತಾದ ಅಮೂಲ್ಯ ಖನಿಜಗಳಿರಬಹುದಾದ ಕಾರಣ a ಮತ್ತು bಗಳ ಬಳಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆ ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಗಣಿಕೈಗಾರಿಕೋದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ನಾಂದಿಯಾಗಬಹುದೋ ಏನೋ.

೨ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಶೋಧನೆಯ ಯಂತ್ರಸಾಮಗ್ರಿಗಳು :

ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವೇಚಿಸುವಾಗ ಬಹಳ ಮಂದಿ ಜನರಿಗೆ ಸಂಶಯಾತ್ಮಕವಾದ ಒಂದು ಕಿರುಪ್ರಶ್ನೆ ಎದ್ದು ಕಾಡುತ್ತದೆ: ನೆಲ, ನೀರು, ಗಾಳಿ ಮೊದಲಾದ ಯಾವ ಆಸರೆಗಳೂ ಇಲ್ಲದ ಅಂತರಿಕ್ಷದ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳು ಹೇಗೆ ತಾನೆ ತಮ್ಮನ್ನು ತಾವೇ ಎಳೆದುಕೊಂಡು ಮುಂದೆ ಸಾಗಬಲ್ಲವು? ಇಂತಹ ಸ್ವಯಂಚಾಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಏಣಿಯಿಲ್ಲದಿರುವಾಗ ನಮ್ಮ ಜುಟ್ಟನ್ನು ನಾವೇ ಹಿಡಿದೆಳೆದುಕೊಂಡು ಮೇಲಕ್ಕೇರಿ ಹೋಗುವ ಸಾಹಸದಂತೆ ಆಭಾಸಕರ ವಲ್ಲವೆ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ನಾವು ಎರಡು ಘಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಸದಾಕಾಲವೂ ತಮ್ಮನ್ನುತಾವೇ ಎಳೆದುಕೊಂಡು ಮುಂದೆ ಸಾಗಬೇಕಾದುದೇನಿಲ್ಲ. ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಗೆ ಯಾವ ಪ್ರತಿರೋಧವೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ವೇಗದಿಂದ ಒಮ್ಮೆ ಚಲಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದ ಮೇಲೆ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆಯೇ ತಮ್ಮ ಚರಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಂಡು ದೀರ್ಘಕಾಲಗಳವರೆಗೆ ನಿಶ್ಚಿತ ಪಥಗಳ ಮೇಲೆ ಸಂಚರಿಸಬಲ್ಲವು. ಈ ಬಗೆಯ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನೆಗಳ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಸಕ್ತ ಲೇಖನದ ಹಿಂದಿನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದಾಗಿದೆ.

ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಸ್ವಯಂಚಾಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ವಾಹನೇತರ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳ ಆಸರೆ ಅನಗತ್ಯ. ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಭೌತ ಸನ್ನಿವೇಶವನ್ನು ನಾವು ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ ವಿಮರ್ಶಿಸಬಹುದು.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಾಹನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಲೋಹ, ಗಾಜು, ಸ್ಪಂಜು ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ರಚನಾವಿಭಾಗಗಳು; ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಪೆಟ್ರೋಲಿನಂತಹ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು; "ಪಾವತಿ ಹೊರೆ" (payload)ಯೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದಾದ ವಿವಿಧ ಸರಕುಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಯಾಣಿಕರು—ಹೀಗೆಲ್ಲಾ ಅನೇಕ ಭಿನ್ನ ಅಂಗಗಳಿರುತ್ತವೆ. ವಾಹನವು ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಇಂತಹ ಸಮಗ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೆಲ್ಲವೂ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನೆಡೆಗೆ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಬಸ್ಸು ಚಲಿಸುವಾಗ ಅದರ ಚಕ್ರದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳು ಬೇರೆ

ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದುತ್ತವೆ, ಹಾಗೂ ಅದರ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ಉರಿದ ಡೀಸೆಲ್ ಧೂಮರಾಶಿ ವಾಹನದ ಹಿಂಬದಿಗೋ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕಗಳಿಗೋ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುವುದು. ಆದರೂ ಸಹ ಬಸ್ಸಿನ ನಿದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೆ ತೊಂಬತ್ತು ಭಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯೆಲ್ಲವೂ ಮುಮ್ಮುಖದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗಳಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ದ್ರವ್ಯಾಂಶಗಳು ಮಾತ್ರ ಉಳಿದ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಹಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಇಡೀ ವಾಹನವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ[18] ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದ ಮುಮ್ಮುಖ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗಿಬಿಡುತ್ತದೆ.

ಗಾಳಿ, ನೀರು, ರಸ್ತೆ ಮುಂತಾದ ವಾಹನೇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಕೈವಾಡವಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಾಹನವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಹೀಗೆ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಲಭಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಸತ್ಯವಾದ ಮಾತು. ಆದರೆ ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರವನ್ನು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷರಹಿತವಾಗಿಯೇ ಉಳಿಸಿಕೊಂಡು ವಾಹನವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಭಾಗ ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಉಳಿದಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯರಾಶಿಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ದಿಕ್ಕಿಗೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸಲು ಯಾವ ಬಾಹ್ಯಬಲಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ಬೇಕಿಲ್ಲ. ಈ ಹೊಸ ಮಾದರಿಯ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳ ಹಂಚಿಕೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಳಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದಾದ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳೇ ಸಾಕು.[19]

ರಾಕೆಟ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ವಾಹನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಕೆಲಸಮಾಡುವುದೂ ಈ ಭೌತ ತತ್ವದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೇ. ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೊಳ್ಳುವ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳು ವಾಹನವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಯಾವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನೂ ನೀಡದೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿನ ಪಾವತಿಹೊರೆಯನ್ನು ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಉರಿದು ಹೊರಬೀಳುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಎಂದಿನಷ್ಟೇ ಚಾಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದು ಅಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಪ್ರಸಂಗವೇನೂ ಇಲ್ಲ.

---

[18] ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರ (centre of mass)ವನ್ನು 'ಗುರುತ್ವಕೇಂದ್ರ' (centre of gravity) ವೆಂಬುದಾಗಿಯೂ ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆಯಿದೆ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣೆಗಳಿಗೂ ಈ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೂ ಯಾವ ನೇರ ಸಂಬಂಧವೂ ಇಲ್ಲವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು.

[19] ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಪಟಾಕಿಯೊಂದು ಸಿಡಿಯುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಿ. ಛಿದ್ರಗೊಂಡ ಅದರ ಭಾಗಗಳು ಕೇವಲ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಲೇ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಆ ಭಾಗಗಳ ದ್ರವ್ಯಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಮೊದಲಿಸಿಂದಲೂ ಇರುವ ಭೂಗುರುತ್ವವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಬೇರಾವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವೂ ಲಭಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ ಮಾನವಕುಲದ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಾಚೀನ ಕನಸುಗಳಲ್ಲೊಂದಾದರೂ ಅದನ್ನು ನನಸುಗೊಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದೆಯೆಂಬ ದೃಢವಾದ ಅರಿವು ಜನರಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಬಂದದ್ದು ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಮೇಲೇ. ಹದಿನೆಂಟು ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಸಂಚಾರದ ಕಟ್ಟುಕಥೆಗಳಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಮಾದರಿಯ ಯಂತ್ರಗಳ ಪ್ರಸ್ತಾಪ ಒಂದೆರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದರೂ ಅಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿವರಣೆಗಳು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಕೇಂದ್ರೀಯ ಭೌತ ತತ್ವವನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದಿನ ಬಹಳಷ್ಟು ಕಥೆಗಳಂತೂ ರಾಕೆಟ್ ಬಗ್ಗೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹಾರಬೇಕಾದ ಕ್ಷಿಪಣಿಯನ್ನು ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಫಿರಂಗಿಯ ಕೋವಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಸಿಡಿಮದ್ದಿನ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಗುಂಡಿನಂತೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸುವುದು (ಜೂಲ್ಸ್‌ವರ್ನ್; De la terre á la lune — ಭೂಮಿಯಿಂದ ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ — 1865), ವಿವಿಧ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳನ್ನು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಂತೆ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅಥವಾ ತಡೆಗಟ್ಟುವುದು (ಎಚ್. ಜಿ. ವೆಲ್ಸ್, The First Men in the Moon—ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಮಾನವಯಾತ್ರಿಕರು 1901, ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ತಂತ್ರಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಈ ಕಥೆಗಳು ಸಾಗುತ್ತವೆ.

ಫಿರಂಗಿಯಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿದ ಕ್ಷಿಪಣಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನವಾಗಬಲ್ಲದೆಂದು ಇಂದು ಯಾರೂ ನಂಬುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದೇಕಾಗಬಾರದು? ನಿಜಕ್ಕೂ ಇದೊಂದು ಕ್ಲಿಷ್ಟಪ್ರಶ್ನೆಯೇ ಸರಿ. ಅಂತಹ ಸಾಧ್ಯತೆ ದೂರದ ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿಕೊಂಡಿದೆಯೋ ಏನೋ. ಈಗ ಸದ್ಯಕ್ಕಂತೂ ಗುರುತ್ವಬಲಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ—ಅಥವಾ ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವ—ಸಾಧನಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅರಿಯರು. ಅಂತಹ ಸಾಧನಗಳ ಕಲ್ಪನೆ ನಿಸರ್ಗನಿಯಮಗಳಿಗೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾಗಬಹುದೆಂದು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ.

ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಇತಿಹಾಸ

ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಭೂಮಿಯ ನೆರೆಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ಭೂವರ್ತುಲ ಅಥವಾ ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಗಳ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗಗಳಿಂದ ಚಲಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಫಲಿತ ಪಥಗಳ ತೀವ್ರ ವಕ್ರತೆಯಿಂದಾಗಿ ಮತ್ತೆ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೇ ಅವು ಬೀಳತೊಡಗುವುವು. ಈ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಭೂವರ್ತುಲವೇಗ ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಎಂಟು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು; ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗವಂತೂ ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಹನ್ನೊಂದು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳು! ಈ ವೇಗಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಮನದಟ್ಟು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಲುವಾಗಿ ಮೈಸೂರಿ

ನಿಂದ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ಹೋಗುವ ರೈಲೊಂದು ಭೂವರ್ತುಲವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಬಲ್ಲ ದೆಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ; ಆಗ ಅದರ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ಹಿಡಿಯುವ ಅವಧಿ ಕೇವಲ 17-18 ಸೆಕೆಂಡುಗಳು!

ದೊಡ್ಡದೊಡ್ಡ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೊಂದು ಅಪಾರವಾದ ವೇಗಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆಂಬ ಮೂಲಭೂತ ಸತ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ವ್ಯಕ್ತಿ ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ರಷ್ಯದೇಶದ ಕಲುಗ ಎಂಬ ಚಿಕ್ಕ ಊರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೌಢಶಾಲೋಪಾಧ್ಯಾಯ ವೃತ್ತಿಯಿಂದ ಜೀವನ ನಡೆಸು ತ್ತಿದ್ದರು. ಕಾನ್‌ಸ್ಟಾಂಟಿನ್ ಸ಼ಿಯಾಲ್‌ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿ ಎಂದು ಅವರ ಹೆಸರು.

ಆಧುನಿಕ ಮಾದರಿಯ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸ಼ಿಯಾಲ್‌ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿ ಯವರ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರಬಂಧ 1903ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಆದರೆ ಅಂತಹ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಪರೀಕ್ಷೆ ಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವಷ್ಟು ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ಮಾತ್ರ ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ಼ಿಯಾಲ್ ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿಯವರ ಪಾಲಿಗೆ ಇಲ್ಲದೆಹೋದವು.

1926ರಲ್ಲಿ ರಾಬರ್ಟ್ ಗಾಡರ್ಡ್ ಎಂಬ ಅಮೆರಿಕಾದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾ ಪಕರು ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲನೆಯ ಬಾರಿಗೆ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಆಧುನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳ ರಾಕೆಟ್ಟೊಂದನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಹಾರಿಸಿದರು. ಆಧುನಿಕ ರಾಕೆಟ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆದಿಪರಿಶೋಧಕರ ಶ್ರೇಣಿಗೆ ಇವರೊಂದಿಗೆ ಜರ್ಮನಿಯ ಹರ್ಮನ್ ಒಬರ್ತ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟರ್ ಹೋಮನ್, ರಷ್ಯಾದ ಫ್ರೀಡ್‌ರಿಚ್ ಸ಼್ಯಾಂಡರ್ ಮತ್ತು ಅನತೊಲಿ ಬ್ಲಗೊನ್‌ರವೋಫ಼್ ಮುಂತಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೇರಿದ್ದಾರೆ.

1927ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲೂ 1930ರಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನ ಗಳಲ್ಲೂ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಗುರಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಖಾಸಗಿ ರಾಕೆಟ್ ಸಂಘಗಳು ಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡವು. ಆಗಿನ ಕಾಲದ ರಾಕೆಟ್ ಸಂಶೋಧಕ ರಿಗೆ ಪ್ರಪಂಚದ ಬಲಶಾಲಿ ಸರ್ಕಾರಗಳಿಗಿರುವಂತೆ ಸಾಕಷ್ಟು ದ್ರವ್ಯಸೌಕರ್ಯವಿದ್ದಿದ್ದರೆ 1940ರೊಳಗಾಗಿಯೇ ಅಂತರಿಕ್ಷಯುಗದ ಅಂಕುರವಾಗಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಅಂದು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೀರ್ತಿಗಳಿಸಿದ್ದ ಜರ್ಮನಿ ಮುಂತಾದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಳರಸರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿದ್ದು ಯುದ್ಧೋದ್ಯಮವೇ ವಿನಾ ಅಂತರಿಕ್ಷವಲ್ಲ.

ದ್ವಿತೀಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಜ್ವಾಲೆಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ತೀವ್ರ ವೇಗದಿಂದ ಹರಡಿಕೊಂಡು ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಆಕಾಂಕ್ಷೆಗೆ ಕೊಡಲಿಪೆಟ್ಟು ಬಿದ್ದಿತು. ಆದರೆ ಯಾವ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ ಕೈಗೂಡ ಬಹುದಿತ್ತೋ ಆ ಯಂತ್ರಗಳೇ ವಿಧ್ವಂಸಕ ಅಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತು ಸಾಗಿ ಇಡೀ

ಭೂಮಿಯೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಶಾಲ ರಣರಂಗವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಲ್ಲವೆಂಬ ವಿಕಟ ಸತ್ಯಾಂಶವನ್ನು ಮನಗಾಣಲು ಯುದ್ಧಾಸಕ್ತ ಬಲಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲವೇನೂ ಬೇಕಾಗಲಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಯುದ್ಧನಿರ್ವಹಣೆಯ ಅಂಗವಾಗಿಯೇ ರಾಕೆಟ್ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಎಲ್ಲಿಲ್ಲದ ಪುರಸ್ಕಾರ ಒಮ್ಮೆಗೇ ದೊರೆಯಲಾರಂಭಿಸಿತು.

ಯುದ್ಧ ನಿಂತ ಬಳಿಕ ಎಂದಿಗಿಂತಲೂ ಸತ್ವಯುತವಾದ ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಮತ್ತೆ ಶುದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ಒದಗಿಬಂದದ್ದು ಇಂತಹ ಯುದ್ಧಸಂಬಂಧ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಒಂದು ಪ್ರಾಸಂಗಿಕ ಉಪಫಲವೆನಿಸಿದರೂ, ಕ್ರಮೇಣ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ ಎಲ್ಲರ ಎಣಿಕೆಯನ್ನೂ ಮೀರಿ ಸಾಗಿ ಜನರ ಕಲ್ಪನಾಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಆಳವಾಗಿ ಕಲಕತೊಡಗಿತು. ಕೊನೆಗೊಮ್ಮೆ ಯುದ್ಧಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಆದ್ಯತೆಯನ್ನು ಶುದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನ ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸೂಚನೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದವು. 1957ರ ಜುಲೈ ತಿಂಗಳಿನಿಂದ 'ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಭೂಭೌತ ಸಂವತ್ಸರ'ವೆಂಬ ಹದಿನೆಂಟು ಮಾಸಗಳ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ನಡೆಯಿತು. ಅದರಲ್ಲಿ 66 ದೇಶಗಳಿಂದ 30,000ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭಾಗವಹಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸರಹದ್ದುಗಳ ಕೃತಕತೆಯನ್ನು ರುಜುವಾತು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟರು.

ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳಿಗೆ ನಾಂದಿಯಾದ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪೂತ್ನಿಕ್ ಉಪಗ್ರಹವು ಕೂಡ ಗಗನಕ್ಕೆ ಹಾರಿದ್ದು ಈ ಭೂಭೌತ ಸಂವತ್ಸರ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂಗವಾಗಿಯೇ.

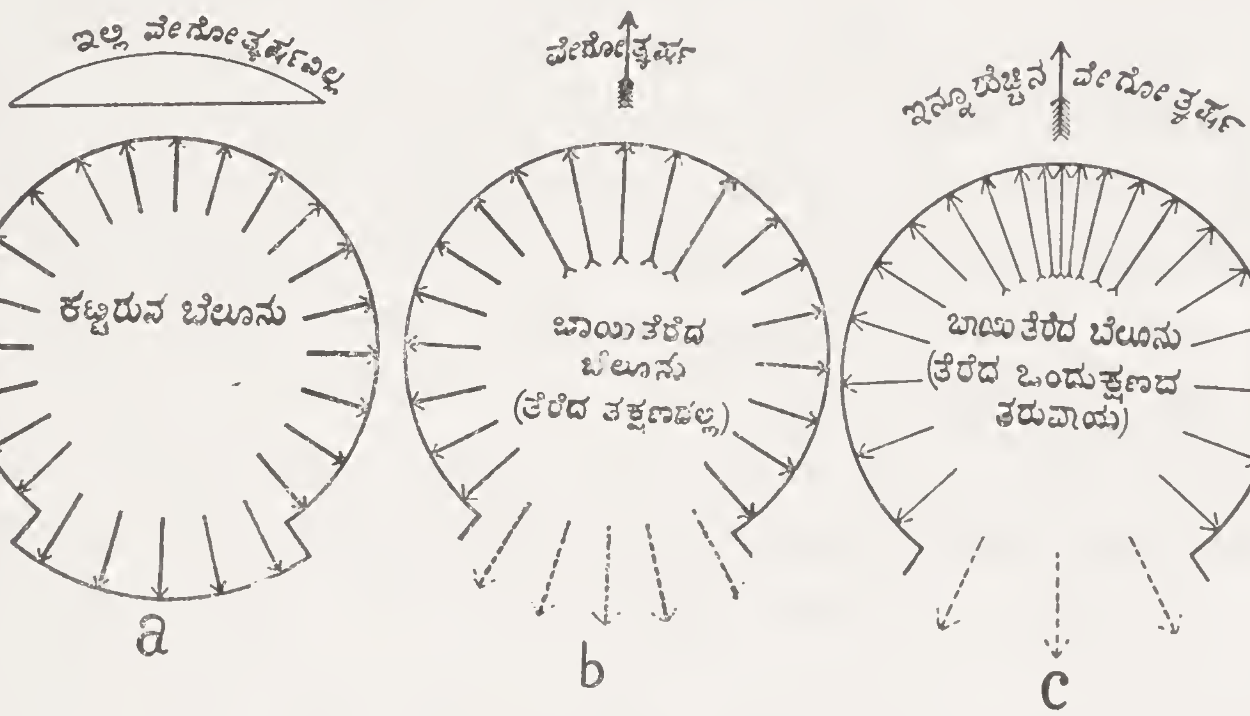
ಆಟದ ಬೆಲೂನಿನ ನಿದರ್ಶನ

ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳಿಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾಗುವ ಅಧಿಕ ವೇಗಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಲ್ಲ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದರೂ ಇಂದಿನ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಂತೆಯೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ದಹನಕ್ರಿಯೆಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುವ ಬಾಣಬಿರುಸುಗಳು ಈಗ್ಗೆ ಸುಮಾರು ಏಳು ಶತಮಾನಗಳಿಂದಲೂ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಆದರೆ ಈ ಬಾಣಬಿರುಸುಗಳು ಹೇಗೆ ಸ್ವತಃ ಚಾಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಗಳಿಸುತ್ತವೆಂಬ ಅಂಶದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾತ್ರ ಈಗ್ಗೆ ಮೂರು ಶತಮಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಾಯಶಃ ಯಾರಿಗೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಅರಿವಿರಲಿಲ್ಲ.

ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಚಾಲಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಚಿಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮಕ್ಕಳಾಟದ ಒಂದು ಬೆಲೂನ್ ಇದ್ದರೆ ಸಾಕು. ಇಂತಹ ಬೆಲೂನಿನ ತುಂಬ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಊದಿ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿಬಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಯಾವೆಡೆಗೂ ಚಲಿಸುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕಟ್ಟಿರುವ ಬಾಯನ್ನು

ಬಿಚ್ಚಿ ಬಿಟ್ಟಾಗ ಒಡನೆಯೇ ಬೆಲೂನು ಆ ಬಾಯಿ ತೆರೆದಿರುವುದಕ್ಕೆ ವಿಮುಖವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡು ಸೊಯ್ಯನೆ ಚಲಿಸತೊಡಗುವುದು.

ಆಟದ ಬೆಲೂನಿನ ಈ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರೂ ಗಮನಿಸಿದ್ದರೂ ಕೆಲವರ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಇದು ಬೆಲೂನಿನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಗಾಳಿ ಬೆಲೂನಿನ ಬಾಯಿಯಿಂದಾಚೆ ಇರುವ ಹೊರಗಿನ ವಾಯುರಾಶಿಯನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ ಫಲವೆಂಬ ತಪ್ಪು ಕಲ್ಪನೆಯಿರುವುದುಂಟು. ಈ ಬಗೆಯ ಕಲ್ಪನೆಯಿರುವವರ ಮುಂದೆ ಗಾಳಿ ತುಂಬಿಸಿ ಬಾಯಿ ತೆರೆದ ಬೆಲೂನನ್ನು ನಿರ್ವಾತಗೊಳಿಸಿದ ಆವರಣವೊಂದರಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದರೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣೆದುರಿಗೆ ನಡೆಯುವ ಘಟನೆಯಿಂದ ಅಚ್ಚರಿಗೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುವುದು. ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯೂ ಆ ಬೆಲೂನು ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ ಚಲಿಸತೊಡಗುವುದಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಮೊದಲಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗವನ್ನೂ ಗಳಿಸುವುದು!



ಬಾಯಿತೆರೆದ ಬೆಲೂನಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಬಾಣಗಳು ದಟ್ಟತೆ ಇಲ್ಲವೆ ನಿಬಿಡತೆಯ ಮೂಲಕ ವಾಯುಸಂಮರ್ದಬಲಗಳ ಹಂಚಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೇ ವಿನಾ ವಾಯು ಚಲನೆಯನ್ನಲ್ಲ. ಸ್ಪಷ್ಟ ಚಿತ್ರಣದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಬೆಲೂನಿನ ಬಾಯಿಯನ್ನು ಬೇಕೆಂದೇ ತುಂಬಾ ಅಗಲವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ನಿಜಕ್ಕೂ ಬೆಲೂನಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ನಿರ್ಗಮಾವಕಾಶವನ್ನು ಪಡೆದು ಇನ್ನೂ ಬೆಲೂನಿನೊಳಗೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಅಣುಗಳು ಬೆಲೂನಿನ ರಬ್ಬರ್ ಕಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಆಂತರಿಕ ಬಲಗಳಲ್ಲದೆ ಬೇರೇನಲ್ಲ. ಮುಚ್ಚಿರುವ ಬೆಲೂನಿನ ಕಾಯದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನೂ ಒಳಗಿರುವ ಸಂಮರ್ದಿತ ಗಾಳಿ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೊರಮುಖ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಗುರಿಮಾಡುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ ೫ a). ಇದರಿಂದಾಗಿ ಕಾಯದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ

ಸಂಮರ್ದಬಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ರದ್ದುಗೊಂಡು ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬೆಲೂನು ಯಾವೆಡೆಗೂ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕಟ್ಟಿರುವ ಬಾಯನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿದಾಗ ಏರ್ಪಡುವ ಕಂಡಿಯನ್ನು ಬೆಲೂನಿನ ರಬ್ಬರ್‌ಕಾಯವು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ಬಾಯಿತೆರೆದ ಬೆಲೂನಿನಲ್ಲಿ ಆ ಕಂಡಿಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಸಂಮರ್ದಬಲಗಳು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ರದ್ದುಗೊಳ್ಳಲು ಅವಕಾಶವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆ ಬಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಭಾಗ ಪ್ರಬುದ್ಧಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿದು ಬೆಲೂನನ್ನು ಕಂಡಿಗೆ ಎದುರಾಗಿರುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಳ್ಳುವುವು (ಚಿತ್ರ ೫ b).

ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಬೆಲೂನಿನ ಆವರಣದೊಳಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂಬ ಅಂಶ ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಬಾಯಿತೆರೆದ ಅರೆಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಒಳಗಿನ ಗಾಳಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ನುಗ್ಗಲಾರಂಭಿಸುವುದರಿಂದ ಆವರಣದೊಳಗಡೆ ಒತ್ತಡದ ಹಂಚಿಕೆ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಹೋಗುವುದು. ಪುನರ್ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳ್ಳುವ ಹಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಮರ್ದಬಲಗಳು ಬೆಲೂನಿನ ಬಾಯಿಯ ಬಳಿ ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲ ಕಡೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕ್ಷೀಣವಾಗಿದ್ದು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಒಳಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಹೊಂದುತ್ತವೆ. ರದ್ದುಗೊಳ್ಳದೆ ಉಳಿಯುವ ಪ್ರಬುದ್ಧ ಬಲಗಳ ಪರಿಮಾಣ ಇದರಿಂದ ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಆ ಬಲಗಳು ಬೆಲೂನನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಜೋರಾಗಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ತಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗುವುವು (ಚಿತ್ರ ೫ c).

ಈ ವಿವರಣೆಯಿಂದ ಬೆಲೂನಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಕ್ಕೆ ಕಾರಣಭೂತವಾದ ಬಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದು ಬೆಲೂನಿನೊಳಗೇ ಇರುವ ಗಾಳಿಯೇ ವಿನಾ ಹೊರಗಿನ ವಾತಾವರಣವಲ್ಲವೆಂಬ ಸಂಗತಿ ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಂಡಿರಬೇಕು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಕ್ರಿಯಾವಿಧಾನ

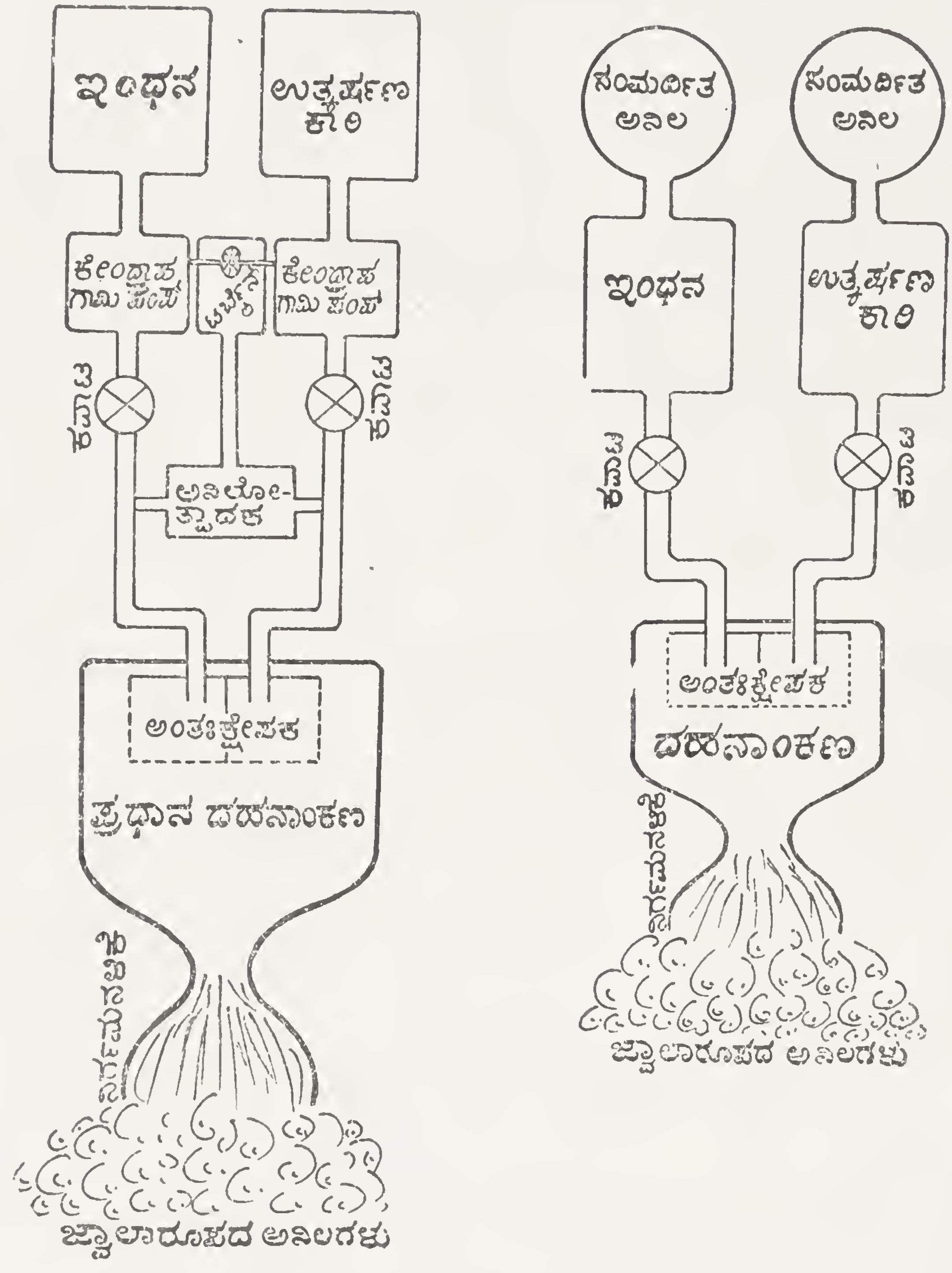
ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ರೀತಿಗೂ ಈಗತಾನೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಆಟದ ಬೆಲೂನಿನ ವರ್ತನೆಗೂ (ಚಿತ್ರ ೫ c) ತತ್ವಶಃ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ನಮ್ಮ ಬೆಲೂನಿನ ನಿದರ್ಶನದಲ್ಲಿಗಿಂತ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಪಾಲು ಸತ್ವಯುತವಾಗಿರಬೇಕಲ್ಲದೆ ಒಂದೆರಡು ಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಬದಲು ಕೆಲವಾರು ನಿಮಿಷಗಳಷ್ಟು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಈ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲೇ ಸ್ವತಂತ್ರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲು, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳ ಅಗತ್ಯವಿರುವಷ್ಟು ಕಾಲವೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ದ್ರವ ಅಥವಾ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳ ದಹನದಿಂದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ

ಉತ್ಪಾದಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದಹನಾಧಾರಿತ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದಲ್ಲೂ ದಹನಾಂಕಣ (combustion chamber) ವೆಂಬ ಕೇಂದ್ರೀಯ ವಿಭಾಗವೊಂದನ್ನು ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ದಹನಾಂಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ, ಜಲಜನಕ, ಅನಿಲೀನ್, ಹೈಡ್ರಸೀನ್, ಅಮೋನಿಯ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಭರದಿಂದ ಉರಿದು ನಿಷ್ಕಾಸ ಹೊಂದಬೇಕಾದ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಉರಿಯುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಇಂಧನಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ ಮುಂತಾದ ಇಂಧನಗಳು ಒಮ್ಮೆ ಬೆಂಕಿ ಹೊತ್ತಿಸಿದರೆ ಸಾಕು, ಮುಂದಕ್ಕೆ ತಾವೇ ತಾವಾಗಿ ಉರಿದುಹೋಗುತ್ತವೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಅನುಭವದಿಂದ ನಮ್ಮಲ್ಲನೇಕರ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಮೂಡಿಬಂದಿದೆ. ಆದರೆ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನ ಆಮ್ಲಜನಕಪೂರಿತ ಭೂವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತದೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಾದರೋ ಆಮ್ಲಜನಕವಿಲ್ಲದ ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಹ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಆಮ್ಲಜನಕವಿಲ್ಲದೆಡೆ ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ ಪ್ರಜ್ವಲೋಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರೂ ಬೆಂಕಿ ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಉರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಇಂಧನಗಳಷ್ಟನ್ನೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಉರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಫ್ಲೂಒರಿನ್ ಮುಂತಾದ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿ (oxidizer) ಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ತುಂಬಿಡುವುದು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಡುವ ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯ (propellent) ಎಂಬ ಉಭಯಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಸರಿನಿಂದ ನಾವು ಕರೆಯಬಹುದು. ಈವರೆಗೆ ನಡೆದಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಣೆಯ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನೇ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ನಡೆಯುವ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ಎರಡು ಮಾದರಿಗಳ ಸ್ಥೂಲ ನಕ್ಷಾನಿರ್ದೇಶನವನ್ನು ಚಿತ್ರ ೬ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಟ್ಟಿರುವ ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿ ದ್ರವಗಳು ಕವಾಟ ಹಾಗೂ ಅಂತಃಕ್ಷೇಪಕವ್ಯವಸ್ಥೆ (injection system)ಗಳ ಮೂಲಕ ದಹನಾಂಕಣವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಪರಸ್ಪರ ಮಿಶ್ರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲಿ ಉರಿಸಿದಾಗ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕಾದ ಅನಿಲಗಳು ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಆಕಾರದ ನಿರ್ಗಮ ನಳಿಕೆಯ ಮುಖಾಂತರ ಜ್ವಾಲಾರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮುತ್ತವೆ. ತತ್ಫಲವಾಗಿ ಗಾಳಿ ತುಂಬಿಸಿ ಬಾಯಿ ತೆರೆದು ಹಾರಲು ಬಿಟ್ಟ ಬೆಲೂನಿನಂತೆಯೇ ರಾಕೆಟ್ ಹಾಗೂ ಅದಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿರಬಹುದಾದ ಇತರ ವಾಹನ ಭಾಗಗಳು ತೀವ್ರ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ದಹನಾಂಕಣಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಂಕಣಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಟ್ಟಿರುವ ಅತಿ ಸಂಮರ್ದಿತ ಅನಿಲಗಳ ಒತ್ತಡವನ್ನಾಗಲೀ (ಚಿತ್ರ ೬ರ ಬಲಭಾಗ), ಇಲ್ಲವೆ ತಿರುಗುಯಂತ್ರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ನಡೆಯುವ



ಚಿತ್ರ ೬. ದ್ರವರೂಪದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ಎರಡು ಮಾದರಿಗಳ ನಕ್ಷಾಚಿತ್ರಗಳು.

ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಪಂಪ್ (centrifugal pump)ಗಳನ್ನಾಗಲೀ (ಚಿತ್ರ ೬ರ ಎಡ ಭಾಗ) ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಸಂಮರ್ದಿತ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡಾಗ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ರಚನಾ ವಿಭಾಗಗಳು ಅನಿಲಗಳ ಅಪಾರ ಸಂಮರ್ದಬಲ

ಗಳನ್ನು ತಡೆದುಕೊಳ್ಳುವಷ್ಟು ದೃಢವಾಗಿರಬೇಕೆಂಬ ಅಂಶ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರಾಪಗಾಮಿ ಪಂಪ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಪ್ರಧಾನ ದಹನಾಂಕಣವನ್ನಲ್ಲದೆ ಅನಿಲೋತ್ಪಾದಕವೆಂಬ ಬೇರೊಂದು ಪುಟ್ಟ ದಹನಾಂಕಣ ವನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ; ಈ ಪುಟ್ಟ ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಅನಿಲ ಗಳು ಸತ್ವಯುತವಾದ ಟರ್ಬೈನೊಂದನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ ಆ ಮೂಲಕ ಪಂಪ್‌ಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಹಲವಾರು ಸಾವಿರ ಲೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ತೊಟ್ಟಿಗಳಿಂದ ದಹನಾಂಕಣದೆಡೆಗೆ ರವಾನಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಚಾಲಕ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕವಾಟ ಹಾಗೂ ಅಂತಃಕ್ಷೇಪಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಗತ್ಯ ಬಿದ್ದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸ ಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಕವಾಟಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ದಹನ ಕ್ರಿಯೆ ಕೊನೆಗೊಂಡು ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ನಿಂತುಹೋಗುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಪುನಃ ಆವಶ್ಯಕತೆಯುಂಟಾದಾಗ ಕವಾಟಗಳನ್ನು ತೆರೆದು ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಉರಿಸಿ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಜೀವಂತಗೊಳಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಕೂಡ ಈ ಏರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲುಂಟು.

ದಹನಾಂಕಣಕ್ಕೆ ಹರಿದು ಬರುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೆಂಕಿ ತಗಲುವ ಮಾರ್ಗದ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದೆರಡು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದು ಉಚಿತ. ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೆಂಕಿ ಹೊತ್ತಿಸಲು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಿಡಿಗಳಂತಹ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬಾಹ್ಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ನೆರವಿಲ್ಲದೆ ಹೊತ್ತಿಕೊಳ್ಳದ ಇಂಧನ ಮತ್ತು ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಡಯರ್‌ಗಾಲಿಕ್ ಸಂಯೋಜನೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ: ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆ/ಆಮ್ಲಜನಕ.

ಆದರೆ ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆ್ಯಸಿಡ್/ಅನಿಲೀನ್ ಮುಂತಾದ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಸಂಯೋಜನೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಧನವು ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಯೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕ ಹೊಂದಿದ ಕೂಡಲೇ ತನ್ನ ಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೆ ಹೊತ್ತಿಕೊಂಡು ಉರಿಯತೊಡಗುವುದು. ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಫ್ಲೋ ಒರಿನನ್ನು ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಯಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡಾಗಲಂತೂ ಎಲ್ಲಾ ಇಂಧನಗಳೂ ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಉರಿಯುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯ ಸಂಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಹೈಪರ್‌ಗಾಲಿಕ್ ಸಂಯೋಜನೆಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಹೈಪರ್‌ಗಾಲಿಕ್ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದರಿಂದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ರಚನೆ ಸರಳವಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲಿ ದಹನವೇ ನಡೆಯದೆ ಯಂತ್ರ ನಿಂತು ಹೋಗುವ ಆಕಸ್ಮಿಕದ ಸಂಭವವೂ ದೂರವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಹಂತಗಳ ಸಂವಿಧಾನ

ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರಗಳ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಯ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಇನ್ನೊಂದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯೆಂದರೆ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅವು ಒಳಗೊಳ್ಳುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ಅಪಾರ ತೂಕ. ಭೂಮ್ಯಾಧಾರಿತ ರೈಲು ವಾಹನವೊಂದರಲ್ಲಿ ತುಂಬಿಟ್ಟಿರುವ ನೀರು ಹಾಗೂ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಒಟ್ಟು ತೂಕ ಇಡೀ ರೈಲಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಲೇಶಮಾತ್ರವೇ ಸರಿ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ತುಂಬಿಟ್ಟ ನೀರು ಮತ್ತು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ವೆಚ್ಚವಾದಂತೆಲ್ಲಾ ರೈಲು ಹಗುರಗೊಂಡು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದುತ್ತದೆಂದು ಯಾರಾದರೂ ತಿಳಿಸಿದಲ್ಲಿ ಜನ ಅವರಿಗೆ ಬುದ್ಧಿಭ್ರಮಣೆಯಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಅನುಮಾನಿಸುತ್ತಾರೆ! ಆದರೆ ರಾಕೆಟ್‌ಚಾಲಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಇಂತಹ ಬುದ್ಧಿಭ್ರಮಣೆ ತೀರಾ ಆವಶ್ಯಕ—ಏಕೆಂದರೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಗಾಮಿ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಪ್ರಾರಂಭದ ತೂಕದಲ್ಲಿ ಮುಕ್ಕಾಲಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗವೆಲ್ಲಾ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ವೆಚ್ಚದಿಂದ ರಾಕೆಟ್‌ಚಾಲಿತ ವಾಹನದ ವೇಗವೃದ್ಧಿ ಎರಡು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಈಡೇರುತ್ತದೆನ್ನಬಹುದು. ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ, ಈಗಾಗಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ದಹಿಸಿದ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು ರಾಕೆಟ್ಟಿನಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವಾಗ ಯಂತ್ರವನ್ನು—ಮತ್ತು ಆ ಮೂಲಕ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ ವಾಹನವನ್ನು—ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ, ಆ ದ್ರವ್ಯಗಳ ನಿರ್ಗಮನವು ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕ್ರಮಕ್ರಮವಾಗಿ ಹಗುರಗೊಳಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದರಿಂದ, ಎಂದಿನಷ್ಟು ಪರಿಮಾಣದ ಬಲಪ್ರಯೋಗವೇ ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ ಮೊದಲಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ವಾಹನದ ವೇಗವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುವುದು.

ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ತುಂಬಿಡಲು ತೊಟ್ಟಿ ಮುಂತಾದ ರಚನಾವಿಭಾಗಗಳಿರಲೇಬೇಕಷ್ಟೆ. ರಾಕೆಟ್ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗೊಂಡಂತೆಲ್ಲಾ ವೆಚ್ಚವಾಗುವ ಸಾಮಗ್ರಿ ಕೇವಲ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳೇ ವಿನಾ ಈ ತೊಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲ! ಆದರೆ ತೊಟ್ಟಿ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಬರಿದಾದಾಗ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಇಂದ್ರಜಾಲದಿಂದ ಆ ತೊಟ್ಟಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಆಧಾರಸ್ತಂಭಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಕೂಡ ಅರ್ಧಕ್ಕರ್ಧ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದಾದರೆ ವಾಹನ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹಗುರಗೊಂಡು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗವನ್ನು ಗಳಿಸಬಹುದಲ್ಲವೇ?[20] ಇಂತಹ "ಇಂದ್ರಜಾಲ"ವನ್ನು ಸಿದ್ಧಿಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಾನ್‌ಸ್ಟಾಂಟಿನ್ ಸ್ಸಿಯಾಲ್

---

20 ಈ ಆಲೋಚನೆ ಲೋಭಿತನದ ಪರಮಾವಧಿಯೆಂದು ಭಾವಿಸಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ! ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಇಡೀ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ತೊಟ್ಟಿಯ ತೂಕ ಉಪೇಕ್ಷಣೀಯವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು ಮುಗಿಯುತ್ತ ಬಂದಾಗ ಅದು ತುಂಬಾ ಗಣನಾರ್ಹವೇ ಆಗುವುದು.

ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿಯವರೇ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಆಲೋಚಿಸಿದರು. ತತ್ವಶಃ ಅವರ ಆಲೋಚನೆ ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿದೆ: ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ತೊಟ್ಟಿಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಭಾರಿ ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಒಂದೇ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ರಚಿಸುವ ಬದಲು ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ತುಂಬಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಹಂತಹಂತವಾಗಿ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದು ಜೋಡಿಸಿ ಬಂಧಿಸುವುದು ಮೇಲು. ಪಾವತಿಹೊರೆಯನ್ನೊಳಗೊಂಡ ವಾಹನವನ್ನು ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ಮೇಲುಗಡೆ ಜೋಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಏರ್ಪಾಟಿನಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು ಬರಿದಾದಾಗ ಆ ಇಡೀ ಯಂತ್ರವನ್ನೇ ಉಳಿದ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ವಿಸರ್ಜಿಸ ಬಹುದು. ಅನಂತರ ಎರಡನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡತೊಡಗಲಿ. ಅದರ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳೂ ಬರಿದಾದಾಗ ಅದನ್ನು ಸಹ ಉಳಿದ ಹಂತಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ವಿಸರ್ಜಿಸಿಬಿಡಬಹುದು. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಮೂರನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ಸರದಿ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಮುಗಿಸಿದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ಹೊಂದುವುದರಿಂದ ಕೇವಲ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ತೂಕವೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಶೇಖರಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗುವ ರಚನಾವಿಭಾಗಗಳ ತೂಕವೂ ಕಡಮೆ ಯಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಕೊನೆಯ ಹಂತಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ ವಾಹನವು ಎಂದಿಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕವಾದ ವೇಗಗಳನ್ನು ಗಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಕ್ಕೆ ಯೋಗ್ಯವಾಗುವ ಭೂವರ್ತುಲ–ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗ ಗಳನ್ನು ವಾಹನಗಳಿಗೆ ನೀಡುವುದು ನಿಜಕ್ಕೂ ಎಷ್ಟೇ ಭಾರಿ ದೈತ್ಯಾಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಒಂದೇ ಒಂದು ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮೀರುವ ಕೆಲಸವೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಚಾರ ಸಯಾಲ್‌ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿಯವರಿಗೆ ಮನವರಿಕೆ ಯಾಗಿದ್ದರಿಂದಲೇ ಅವರು ಹಲವಾರು ಹಂತಗಳ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಇಂದು ಕೂಡ ಸಯಾಲ್‌ಕೋವ್‌ಸ್ಕಿಯವರ ಆಲೋಚನೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿ ತಪ್ಪದೆ ಅನುಷ್ಠಾನಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತಲಿದೆ. ವಾಹನ ಗಳನ್ನು ಅಂತರಿಕ್ಷದೆಡೆಗೆ ಒಯ್ಯುವ ಆಧುನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಹಂತಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಹಾಗೂ ಇತರ ಹೊಸ ಮಾದರಿಯ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು

ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳಿಂದ ನಡೆಯುವ "ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ" ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಈವರೆಗೆ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದ್ದಾಯಿತು. ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಇಂದು

ನಡೆದಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ಯಂತ್ರಗಳೆಲ್ಲಾ ಈ ಬಗೆಯವೇ. ಆದರೆ ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ ಇಂತಹ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರಬಹುದೆಂಬ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ. ಅಂತಹ ಭಿನ್ನರೀತಿಯ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರವರ್ಗದ ಯಂತ್ರಗಳು, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಅಯಾನ್/ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಯಂತ್ರಗಳು—ಇವುಗಳನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾದವೆಂದು ಹೆಸರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

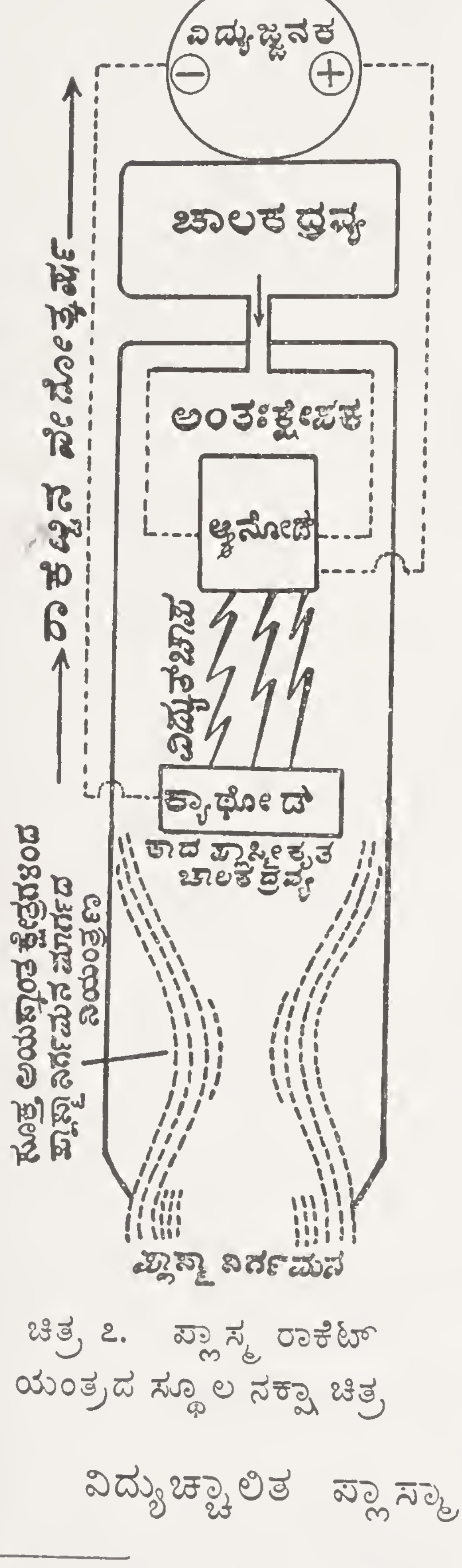
ಮಿಶ್ರವರ್ಗದ (**hybrid**) ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಕೂಡ ರಾಸಾಯನಿಕ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ದಹನದಿಂದಲೇ ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳೆರಡೂ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರದೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿ ಮಾತ್ರ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದು ಇಂಧನ ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಘನರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಇಂಧನವನ್ನು ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲೇ ತುಂಬಿಡುವ ಸೌಲಭ್ಯವಿರುವುದರಿಂದ ಮಿಶ್ರವರ್ಗದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಯೊಂದರ ಶೇಖರಣೆ ಮತ್ತು ಸರಬರಾಜುಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ರಚನಾ ವಿಭಾಗಗಳಿದ್ದರೆ ಸಾಕಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಮಿಶ್ರವರ್ಗದ ಯಂತ್ರಗಳ ರಚನೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸರಳವಾಗುವುದು ; ಅಲ್ಲದೆ ಅತ್ಯಂತ ಸತ್ವಪೂರ್ಣ ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಪೈಕಿ ಇಂಧನಗಳು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಗಳು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಈ ವರ್ಗದ ಯಂತ್ರಗಳು ತುಂಬಾ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಮಿಶ್ರವರ್ಗದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಹೈಪರ್‌ಗಾಲಿಕ್ ಸಂಯೋಜನೆಗಳಾಗುವಂತೆ ಆಯ್ಕೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಹಾಗೂ ಅಯಾನ್/ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಯಂತ್ರಗಳು ದಹನಕ್ರಿಯೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವುದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಅವಲಂಬಿಸಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಇಂಧನ–ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರಿಗಳ ರೀತಿಯ ಎರಡೆರಡು ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಈ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಒಂದು ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯ ಮಾತ್ರವೇ ಸಾಕಾಗುವುದು.

ನಿಜಕ್ಕೂ ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರದಲ್ಲಿ ದಹನಕ್ರಿಯೆಗೆ ಅಂತಹ ಮೂಲಭೂತಸ್ಥಾನವೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ದಹನಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಪ್ರಥಮತಃ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯ ನಿಷ್ಕಾಸಾನಿಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದಕ್ಕಲ್ಲದೆ ಬೇರೇನಲ್ಲ. ಉಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಆ ಅನಿಲಗಳ ನಿರ್ಗಮವೇಗವೂ ಹೆಚ್ಚಿ ರಾಕೆಟ್ ಅಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಅತ್ಯಧಿಕ ವೇಗವುಳ್ಳ ನಿರ್ಗಮದ್ರವ್ಯಧಾರೆಯನ್ನು ದಹನವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ

ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ಶಕ್ಯವಿರುವುದಾದರೆ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ದಹನಕ್ರಿಯೆಯೇ ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಕಾಯಿಸುವುದರ ಮೂಲಕವೇ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ—ಮತ್ತು ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಧಿಕವೇಗದಿಂದ—ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ದ್ರವ್ಯ ಧಾರೆಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾಗುವುದು. ಇಂತಹ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡುವ "ರೀಯಾಕ್ಟರ್"[21] ಎಂಬ ವಿಶೇಷ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ರೀಯಾಕ್ಟರ್ ಆವರಣಗಳ ಉಷ್ಣತೆ "ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ" ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ದಹನಾಂಕಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬಹುದಾದ ಉಷ್ಣತೆಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಲು ಶಕ್ಯವಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಆವರಣಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯ—ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ದ್ರವೀಕೃತ ಜಲಜನಕ ಅಥವಾ ಅಮೋನಿಯ—ವನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದು ಬಲವಾಗಿ ಕಾದು ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಗಮನಳಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಅಧಿಕ ವೇಗದಿಂದ ಧಾರಾರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಬೀಳುವುದು.



ಚಿತ್ರ ೭. ಪ್ಲಾಸ್ಮ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ಸ್ಥೂಲ ನಕ್ಷಾ ಚಿತ್ರ

ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯ ಆವರಣಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸದೆ ನೇರವಾಗಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಕಾಯಿಸುವ ಸೌಲಭ್ಯವಿರುವುದು (ಚಿತ್ರ ೭). ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯದ ಮೂಲಕ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ಮಿಂಚಿನಂತಹ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಪವು ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ರಾಕೆಟ್—ಹಾಗೂ ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣತೆಯ

[21] ಈ ಸಂಚಿಕೆಯ 'ಎನ್ರಿಕೊ ಫರ್ಮಿ' ಮತ್ತು 'ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ' ಎಂಬ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲಿ ರೀಯಾಕ್ಟರ್‌ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿವರಗಳಿವೆ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್—ಯಂತ್ರಗಳು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ನಿರ್ಗಮಧಾರೆ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಮೂರು ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಗಳಾದ ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೊಂದನ್ನೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೋಲುವುದಿಲ್ಲ. ಬದಲು, ಅದು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುವ ಹೊಸದಾದ "ನಾಲ್ಕನೆಯ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿ" ಯನ್ನು ಉದಾಹರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅವಿಭಕ್ತವಾಗಿ ಉಳಿದಿರದೆ ಇನ್ನೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಾಗಿ ಛಿದ್ರಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ಲಾಸ್ಮಾಕಣಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ಕಣಗಳು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಹಾಗೂ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಧನ ಅಯಾನ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಸೇರಿರುತ್ತವೆ. ಚರಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ಕಣಗಳ ಮಾರ್ಗರೇಖೆಗಳನ್ನು ಅಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬಾಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವುಂಟು. ಈ ತತ್ವವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರ ದಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾಧಾರೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಂತೆ ರೂಪಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಧಾರೆಯು ಯಂತ್ರದ ನಿರ್ಗಮನಳಿಕೆಯೊಡನೆ ಸಂಪರ್ಕಹೊಂದಬೇಕಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ.

ಇಂತಹ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ನಿರ್ದೇಶನದ ಮೂಲಕ ಅತಿ ಸತ್ವಯುತವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರಭಾಗಗಳನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾಗಳ ಅತೀವ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದೆಂಬ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ.

ನಿರ್ಗಮಧಾರೆಯ ಕಣಗಳು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತವಾಗಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ವೇಗ ವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಹಾಗೂ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿನಂತೆ ಕೇವಲ ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳ ಬಹುದು. ಇದು ಅಯಾನ್‌ರಾಕೆಟ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಮತ್ತೊಂದು ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಿತ ಯಂತ್ರದ ತತ್ವ. ಈ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೀಸಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಲೋಹಗಳ ಆವಿಯನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಿದ್ಯುತ್‌ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಕಾಯಿಸಿರುವ ಜಾಲರಿಯ ಮುಖಾಂತರ ಹಾಯಿಸಿ ಲೋಹ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್‌ಪೂರಿತ ಕಣಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸು ತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪಾದಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಧಾರೆಯು ಯಂತ್ರದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಮೊದಲು ಸತ್ವಯುತ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದರ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ರಾಕೆಟ್ಟುಗಳ ನಿರ್ಗಮಧಾರೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹತ್ತಾರು ಪಾಲು ಅಧಿಕವಾದ ವೇಗವನ್ನು ಗಳಿಸುವುದು.

ಸಾಪೇಕ್ಷ ಹಾಗೂ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಗಳು

ಒಂದು ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರದ ಕಾಲ್ಪನಿಕ ಮಾದರಿಯು ಸೆಕೆಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಒಂದು

ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂನಷ್ಟು ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯವನ್ನು ವೆಚ್ಚಮಾಡುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಿ. ಈ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವ ಚಾಲಕಬಲ[22]ವನ್ನು ಆ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರದ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲ (specific impulse) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಾಸ್ತವಿಕ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವಾದರೋ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂಗೆ ಬದಲು ಒಂದು ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂನಷ್ಟು ಚಾಲಕ ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ವೆಚ್ಚಮಾಡಬಹುದು; ಆಗ ಅದರ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಒಟ್ಟಿನ "ನಿರಪೇಕ್ಷ" ಚಾಲಕಬಲವು ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಸಾವಿರಪಾಲು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಗಳು ಫಲಿಸಬೇಕಾದರೆ ಯಂತ್ರದಿಂದ ವಿಸರ್ಜನೆಗೊಳ್ಳುವ ದ್ರವ್ಯಧಾರೆಯ ಕಣಗಳು ಆದಷ್ಟು ಹಗುರವಾಗಿರ ಬೇಕಲ್ಲದೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗಗಳಿಂದಲೂ ನಿರ್ಗಮಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ನಿರ್ಗಮ ಧಾರೆಯ ವೇಗ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವುದ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದು. ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಹಾಗೂ ಅಯಾನ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ಗಮಧಾರೆಯ ವೇಗ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನೇ ನಿರ್ಗಮಧಾರೆಯನ್ನಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ "ಪ್ರಭಾಣು ರಾಕೆಟ್"ನ ಬಗ್ಗೆ ಕೂಡ ಕೆಲವು ಸಲಹೆಗಳು ಸಲುವಳಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ; ಇಲ್ಲಂತೂ ನಿರ್ಗಮ ಧಾರೆಯ ವೇಗ ಅಧಿಕತಮವಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ವಿಸರ್ಜಿತ ಕಣಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರ ವಾಗಿಯೂ ಇರುವುವು. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳೂ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ/ಅಯಾನ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳೂ—ಮತ್ತು ಇವುಗಳೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಪ್ರಭಾಣು ರಾಕೆಟ್‌ಗಳೂ—ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಸಾಪೇಕ್ಷಚಾಲಕಬಲಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಲ್ಲವು.

ಈಗ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವೊಂದರ ಒಟ್ಟಿನ "ನಿರಪೇಕ್ಷ" ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ಕುರಿತು ಆಲೋಚಿಸೋಣ. ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳ ನಿರ್ಗಮದರವನ್ನು

---

[22] ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ತೂಕವನ್ನು ಅದರ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದಿಂದ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಗುಣಲಬ್ಧಕ್ಕೆ ಯಂತ್ರದ ಚಾಲಕಬಲ (ಅಥವಾ ನೂಕುಬಲ–thrust) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು ಅಳೆಯಲು 'ನ್ಯೂಟನ್' ಎಂಬ ಮೂಲಮಾನವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚಲಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಲನೆಯನ್ನಾರಂಭಿಸಿದ ಒಂದು ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಕದ ಯಂತ್ರಮಾದರಿಯೊಂದರ ವೇಗವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಬಳಿಕ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮೀಟರು, ಎರಡು ಸೆಕಂಡುಗಳ ಬಳಿಕ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಎರಡು ಮೀಟರ್‌ಗಳು, ಮೂರು ಸೆಕಂಡುಗಳ ಬಳಿಕ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ ಮೂರು ಮೀಟರ್‌ಗಳು–ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಏರುತ್ತಿದ್ದರೆ ಮಾದರಿಯ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಚಾಲಕಬಲ ಒಂದು ನ್ಯೂಟನ್ ಆಗುತ್ತದೆ. 1,000,000 ಕಿಲೋಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಕದ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ 20,000,000 ನ್ಯೂಟನ್ ಬಲಪ್ರಯೋಗ ವಾದಲ್ಲಿ ಅದರ ವೇಗ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡಿನಲ್ಲೂ ಸೆಕಂಡ್ ಒಂದಕ್ಕೆ 20 ಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುವುದು. (ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಲು ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ಯಂತ್ರದ ತೂಕದಿಂದ ಭಾಗಿಸಬೇಕು.)

ಇಮ್ಮಡಿಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಯಂತ್ರದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲವನ್ನೂ ತತ್ಪಶಃ ಇಮ್ಮಡಿಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಮ್ಮಡಿದರದಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಹೆಚ್ಚುವರಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಯಂತ್ರದ ತೂಕವನ್ನು ಮುಮ್ಮಡಿಗೊಳಿಸಿಬಿಡಬಹುದಲ್ಲವೇ? ಹೀಗಾದಲ್ಲಿ ಅನಗತ್ಯವಾಗಿ ತೂಕವೇರಿದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವು ಮುಂಚೆ ಇದ್ದುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆಯೇ ಆಗಿ ಇಮ್ಮಡಿ ಚಾಲಕಬಲದ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ನಿರ್ಮಾಣ ವ್ಯರ್ಥವಾಗುವುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಒಂದೊಂದು ಬಗೆಯ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರವೂ ಉಪಯುಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದಾದ ಒಟ್ಟಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಕ್ಕೆ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಪರಿಮಿತಿಗಳುಂಟು.

ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಹಾಗೂ ಗರಿಷ್ಟ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಗಳ ನಡುವೆ ನೇರವಾದ ಸಂಬಂಧವಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ರಾಕೆಟ್ ತಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಈವರೆಗೆ ಸಿದ್ಧಿಸಿರುವ ಕೌಶಲ್ಯಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಯಂತ್ರಗಳಿಂದ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾದ ಗರಿಷ್ಟ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಹಾಗೂ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲಗಳ ಸುಮಾರು ಅಂದಾಜುಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ನಮೂದಿಸಲಾಗಿದೆ :

ಬಗೆ	ಗರಿಷ್ಟ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲ (ನ್ಯೂಟನ್-ಸೆಕಂಡ್/ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಮಾನದಲ್ಲಿ)	ನಿರೀಕ್ಷಾರ್ಹ ಗರಿಷ್ಟ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಚಾಲಕಬಲ (ನ್ಯೂಟನ್ ಮಾನದಲ್ಲಿ)
ರಾಸಾಯನಿಕ	5,000	100,000,000
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್	20,000	5,000,000
ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ	50,000	100,000
ಅಯಾನ್	200,000	5,000

ನಿಜಕ್ಕೂ ಭೂಮಿ, ಚಂದ್ರ, ಶುಕ್ರ ಮುಂತಾದ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿ ಅಂತರಿಕ್ಷದೆಡೆಗೆ ಸಾಗಬೇಕಾದ ವಾಹನಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳ ಬಳಕೆ ಪ್ರಾಯಶಃ ಇನ್ನು ಮುಂದೆಯೂ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿಯೇ ಉಳಿಯಬಹುದು.

ಆದರೆ ವಾಹನವು ಒಮ್ಮೆ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ತಲುಪಿತೆಂದರೆ ಆ ಬಳಿಕ ಅದಕ್ಕೆ ನೀಡಬೇಕಾಗಿ ಬರಬಹುದಾದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳು ಅತಿ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಸಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಏನಿದ್ದರೂ ಅಂತಹ ಅಲ್ಪ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳ ಪ್ರಯೋಗ ಸಾಕಷ್ಟು ದೀರ್ಘಕಾಲಗಳವರೆಗೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ನಡೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ,

ಅಷ್ಟೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಅಲ್ಪ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷಗಳ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ/ಅಯಾನ್ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪೂರೈಸಬಲ್ಲವು.

ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಕನಿಷ್ಟ ಶಕ್ತಿವ್ಯಯದಿಂದ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾಗಿ ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಸಾಗಲು ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನಗಳಿಗೆ ಏಳೂವರೆ ತಿಂಗಳುಗಳು ಬೇಕು. ಆದರೆ ವಾಹನವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಿದ ಬಳಿಕ ಇದೇ ಯಾನದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಬಲದ ಅಯಾನ್ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವೊಂದರ ನೆರವನ್ನು ಪಡೆದದ್ದೇ ಆದರೆ ಪ್ರಯಾಣದ ಅವಧಿಯನ್ನು ಕೇವಲ ಎರಡು ಮೂರು ತಿಂಗಳುಗಳಿಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಇಳಿಸಿಬಿಡಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ವಾಹನವು ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ನೆರೆಯಲ್ಲಿ ಆಗಮಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಗ್ರಹಸಾಪೇಕ್ಷ ವೇಗ ತಾನೇ ತಾನಾಗಿ ಮಂಗಳವರ್ತುಲವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮವಾಗುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು; ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ವಾಹನವು ಬೇರಾವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳೂ ಇಲ್ಲದೆ ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ಒಂದು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರ, ಮಂಗಳ ಮುಂತಾದ ದೂರದ ಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುವಾಗ ಉಪಗ್ರಹಸಂಸ್ಥಾಪನೆಯ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸುಧಾರಿತ ತಂತ್ರಗಳು ಅನುಷ್ಠಾನಕ್ಕೆ ಬರಬಹುದು.

ಅಂತರಿಕ್ಷ ಶೋಧನೆಯ ಇತರ ಸಾಧನಗಳು

ಇಂದಿನ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅದ್ಭುತ ಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ವಹಿಸಿರುವ ಪಾತ್ರದ ಹಿರಿಮೆ ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಅಂತರಗಳ ನಡುವೆ ಸುಭದ್ರ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನೇರ್ಪಡಿಸುವ ರೇಡಿಯೋ ಉಪಕರಣಗಳೂ ಅತಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನು ಮಿಂಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಗುಣಕ ಯಂತ್ರಗಳೂ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ತಮ್ಮ ಅಮೂಲ್ಯ ಕಾಣಿಕೆಗಳನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಿವೆಯೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಮರೆಯುವಂತಿಲ್ಲ.

ಕಣ್ಣುರೆಪ್ಪೆ ಮಿಡಿಯುವಷ್ಟರಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರ ಸಾಗುವ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ಪಥಗಳನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ನಿಷ್ಕರ್ಷಿಸಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಬೇಕಾದಾಗ; ಪಥಾಂತರಗೊಳ್ಳುವ ವಾಹನದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕಾದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚಾಲಕಬಲವನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಬೇಕಾದಾಗ; ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನದಲ್ಲಿನ ಉಪಕರಣಗಳು ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಸಹಸ್ರಾರು ಅಂಶಗಳನ್ನು ತ್ವರೆಯಿಂದ ಸಂಖ್ಯಾರೂಪದ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬೇಕಾದಾಗ; ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ಸಂಶೋಧನ ಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಸಂಖ್ಯಾಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ

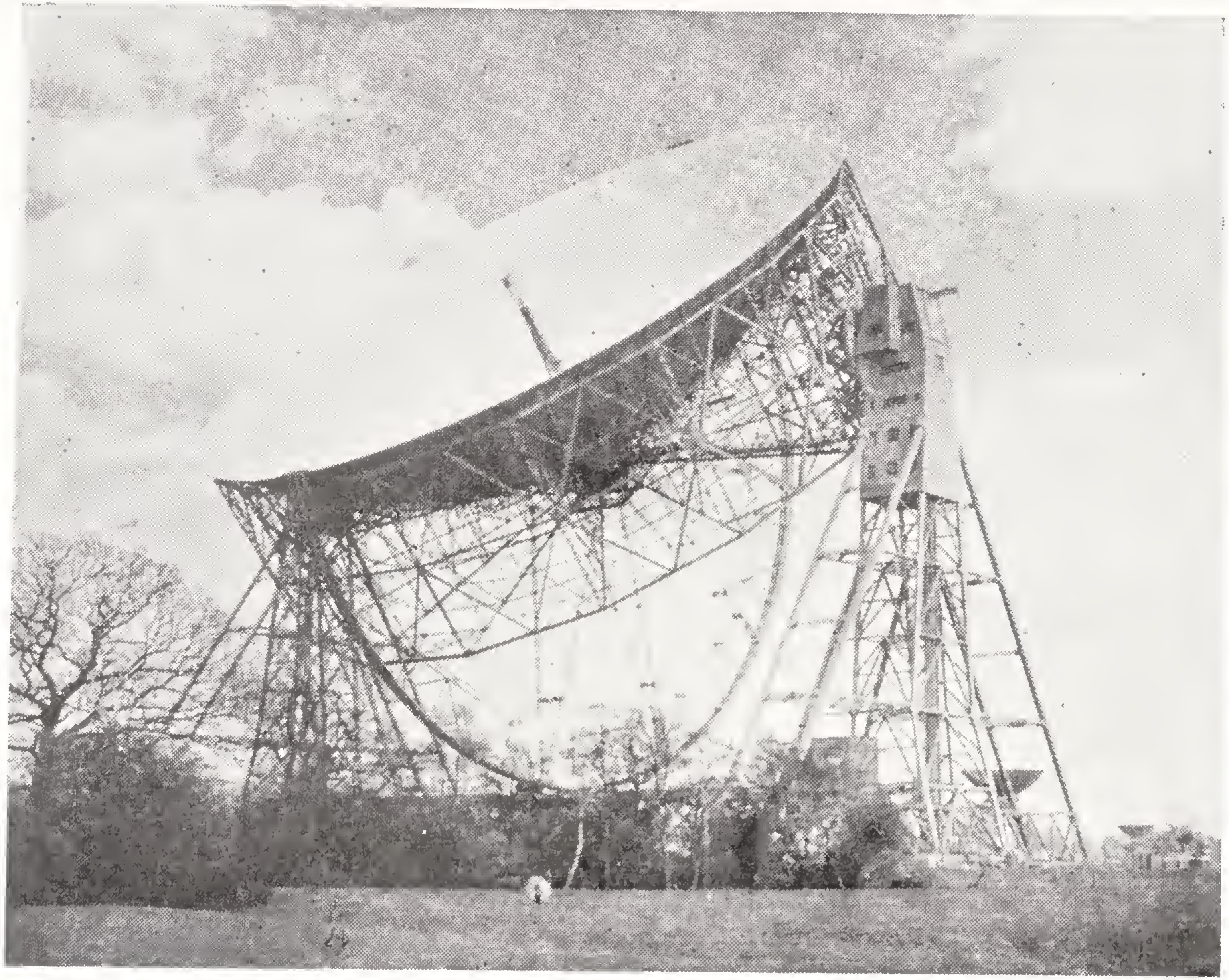
ಮೂಲ ವೀಕ್ಷಣಾಂಶಗಳನ್ನಾಗಿ ರೂಪಾಂತರಿಸಬೇಕಾದಾಗ—ಗುಣಕ ಯಂತ್ರಗಳಿಲ್ಲದೆ ಕೆಲಸ ಸಾಗುವಂತೆಯೇ ಇಲ್ಲ.

ದೂರದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನವು ತಾನು ತಾಳುವ ನಿಲುವು, ಆಕ್ರಮಿಸುವ ಸ್ಥಾನ, ಚಲಿಸುವ ವೇಗ, ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ವೀಕ್ಷಣಾಂಶಗಳು—ಇವೆಲ್ಲಾ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಭೂನಿವಾಸಿಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೂ ಭೂಮಿಗೂ ರೇಡಿಯೋ (ಮತ್ತು ಕೆಲವುವೇಳೆ ಟಿಲಿವಿಷನ್) ಸಂಪರ್ಕ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಅಂತೆಯೇ ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ಸಂಶೋಧನ ಮಂದಿರಗಳಿಂದ ವಾಹನದೊಳಗಿನ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ತ ಆದೇಶಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸುವಾಗಲೂ ರೇಡಿಯೋ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೇ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

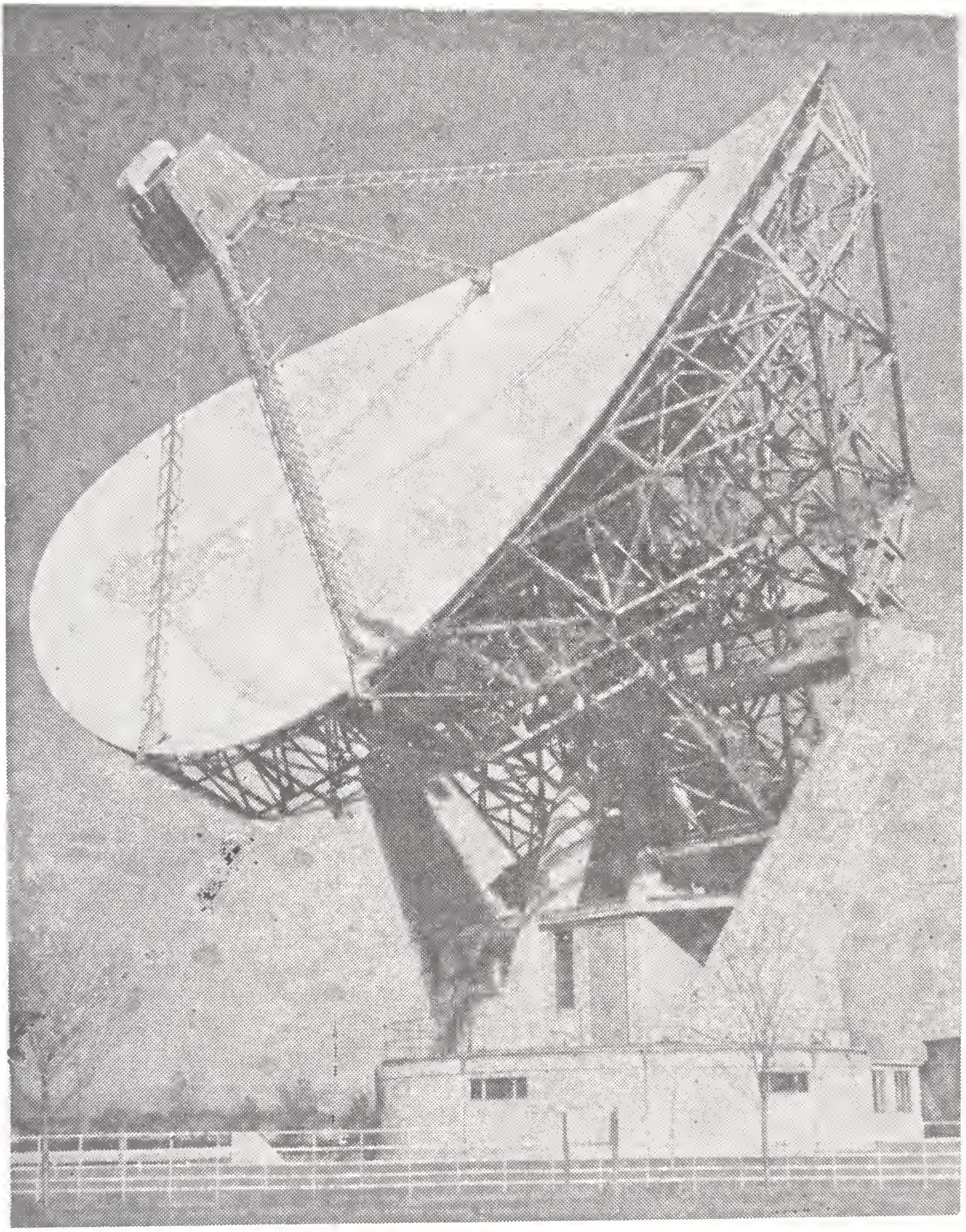
ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಲಾಗುವ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಂತೆ ತುಂಬಾ ಸತ್ವಯುತವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ಅವುಗಳಿಂದ ಪ್ರಸಾರಗೊಳ್ಳುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪುವ ವೇಳೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೇ ಶಕ್ತಿಗುಂದಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಕ್ಷೀಣ ಪ್ರಸಾರಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ಸಂಶೋಧನ ಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಜಟಿಲ ರಚನೆಯುಳ್ಳ ರೇಡಿಯೋ ಟೆಲೆಸ್ಕೋಪ್ ಗಳೆಂಬ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಗ್ರಾಹಕಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನಗಳ ತೂಕ ಆದಷ್ಟೂ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಆವಶ್ಯಕ. ತೂಕದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾದರೂ ಯಾನಕ್ಕೆ ತಗಲುವ ವೆಚ್ಚದ ಏರಿಕೆ ವಿಪರೀತವಾಗಿಬಿಡುವುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ವಾಹನದೊಳಗಿನ ವೀಕ್ಷಣೋಪಕರಣಗಳು, ರೇಡಿಯೋ ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳೂ ಆದಷ್ಟೂ ಹಗುರವಾಗಿರಬೇಕು. ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ, ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿನ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಪರ್ಕವೇ ಮುಂತಾದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಕಿರು ಟ್ರ್ಯಾನ್ಸಿಸ್ಟರುಗಳ ಬಳಕೆ ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿರುವುದು.

ಅಂತರಿಕ್ಷದ ನಿರ್ವಾತಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಯಂತ್ರರಹಿತವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸುವಾಗ ವಾಹನಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕಾಪಾಡಲು ಶಕ್ತಿವಿನಿಯೋಗದ ಅಗತ್ಯವೇನಿಲ್ಲವೆಂದು ಆಗಲೇ ಅರಿತಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೆ ವಾಹನದೊಳಗಿರುವ ರೇಡಿಯೋ ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಸರಬರಾಜು ಆವಶ್ಯಕವಷ್ಟೆ. ಸಾಧಾರಣ ವಿದ್ಯುತ್ ಕೋಶಗಳು, ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಕೆಲವು ಸಾಧನಗಳು, ಇಂಧನಕೋಶಗಳೆಂಬ ನವೀನ ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ



ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತ ಜೋಡ್ರೆಲ್ ಬ್ಯಾಂಕ್ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ
ವ್ಯಾಸ : ೨೫೦ ಅಡಿ ; ತೂಕ : ೨೦೦೦ ಟನ್ ; ಎತ್ತರ : ೨೧೫ ಅಡಿ ; ಬೆಲೆ : ೭೦೦,೦೦೦ ಪೌಂಡು
[ಸರ್ ಬರ್ನಾರ್ಡ್ ಲೊವೆಲ್ ಅವರ ಕೃಪೆಯಿಂದ]



ಜೋಡ್ರೆಲ್ ಬ್ಯಾಂಕ್‌ನ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಾಕಾರದ ಹೊಸ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ
ವ್ಯಾಸ: ೧೨೫ ಅಡಿ × ೮೫ ಅಡಿ ; ತೂಕ: ೮೫೦ ಟನ್ ; ಎತ್ತರ: ೧೧೨ ಅಡಿ ;
ಬೆಲೆ : ೩೦೬,೦೦೦ ಪೌಂಡು

[ಸರ್ ಬರ್ನಾರ್ಡ್ ಲೊವೆಲ್ ಅವರ ಕೃಪೆಯಿಂದ]

ಗಳು—ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಏರ್ಪಾಟುಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಈ ವರೆಗೆ ವಾಹನಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಬೇಡಿಕೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

೩ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಾಧನೆಗಳು ಮತ್ತು ಆಶೋತ್ತರಗಳು

ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನವು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ತತ್ತ್ವ, ತಂತ್ರ ಹಾಗೂ ಯಂತ್ರಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವಾದಂತಾಯಿತು. ಈಗ ಕಳೆದ ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಈ ವಿಜ್ಞಾನವು ಮುನ್ನಡೆದಿರುವ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಮೈಲಿಗಲ್ಲುಗಳ ಪಕ್ಷಿನೋಟದಿಂದ ನಮ್ಮ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಹಾರವನ್ನು ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿಗೊಳಿಸುವುದು ಉಚಿತವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಮೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂಬರುವ ಮೈಲಿಗಲ್ಲುಗಳ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ನೋಟ ಕೂಡ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯ ಮುಂದೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಸುಳಿದುಹೋಗುವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ.

ಪವನೋಪಗ್ರಹಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು

ಭೂಉಪಗ್ರಹಸಂಸ್ಥಾಪನೆಗಳಿಗೆ 1957ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ನ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣೆ ನಾಂದಿಯಾಯಿತೆಂದು ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಂದು ಗಗನದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಾವಿರಾರು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು ಹೊತ್ತು ಸಾಗುವ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳ ತೀವ್ರ ಜಟಿಲತೆಗೂ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದ ಸಾಧಾರಣ ಉಪಕರಣಗಳ ಸರಳತೆಗೂ ಯಾವ ಹೋಲಿಕೆಯೂ ಇಲ್ಲ.

ಜಟಿಲವಾದ ಇಂತಹ ಉಪಗ್ರಹವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಅಷ್ಟೊಂದು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಹಾರಿಬಿಡುವುದರಿಂದ ಏನನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದಂತಾಯಿತು ಎಂದು ಯಾರಾದರೂ ಕೇಳಬಹುದು. ಹಾರಿಬಿಟ್ಟ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುವೆಲ್ಲಾ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಮೀಸಲಾದವು. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಮತ್ತು ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ಏರುಪೇರುಗಳ ನಿರೂಪಣೆ, ಭೂವಾಯು ಮಂಡಳದ ಬಾಹ್ಯವಲಯಗಳ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಸ್ವರೂಪಗಳ ನಿಷ್ಕರ್ಷೆ, ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಭೂನೆರೆಗೆ ಬರುವ ವಿವಿಧ ದೃಶ್ಯಾದೃಶ್ಯ ರಶ್ಮಿಗಳ ಮತ್ತು ಕಣಪ್ರವಾಹಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಸಜೀವಕಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಪರಿಣಾಮಗಳ ತನಿಖೆ—ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಅತಿಮುಖ್ಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಇಂದು ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿವೆ.

ಕೊನೆಯಪಕ್ಷ ಎರಡು ವಿಶಿಷ್ಟ ಬಗೆಯ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳಂತೂ ಈಗಾಗಲೇ ಜನರ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ವ್ಯವಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡ ನೇರವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು

ಬೀರಲು ಶಕ್ತವಾಗಿವೆ: ಪವನೋಪಗ್ರಹಗಳು (meteorological satellites) ಮತ್ತು ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು (communications satellites).

ಪವನೋಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಉಷ್ಣವಿಸರಣದ ದರ ಮುಂತಾದ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ಹವಾಮಾನಾಂಶಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಮೇಲೆ ನೆರೆದಿರುವ ಮೇಘರಾಶಿಗಳ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯ ಒಂದೊಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲೂ ಏರ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಹವಾಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ನಿಖರ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ದೊರಕಲು ಈಗ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನೆರವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇಡೀ ಭೂಮಿಗೇ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಇಂತಹ ವ್ಯಾಪಕ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಹವಾವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪಾಲಿಗೆ ಕೇವಲ ಒಂದು ಸವಿಗನಸಾಗಿ ಉಳಿಯಬೇಕಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಂಬಲದಿಂದ ನನಸಾಗಿರುವ ಈ ದತ್ತಾಂಶ ಸಮಗ್ರತೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಜನರು ಇಂದು ಎಂದಿಗಿಂತಲೂ ದೀರ್ಘವಾದ ಅವಧಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟ ಹವಾಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಈ ನೇರದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ತಂತ್ರಗಳ ಶಕ್ತಿ ಇನ್ನೂ ವೃದ್ಧಿಗೊಂಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ನೀಡಲಾಗುವ ದೀರ್ಘಕಾಲಿಕ ಹವಾಮುನ್ಸೂಚನೆಗಳು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಕೃಷಿ, ವಾಯುಯಾನ ಮೊದಲಾದ ನಿತ್ಯಜೀವನದ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತವೂ ಲಾಭದಾಯಕವೂ ಆಗುತ್ತವೆಂದು ದೃಢವಾಗಿ ನಂಬಬಹುದು.

ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು ನಿಸ್ತಂತು ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂದೇಶಗಳ ರವಾನೆ, ರೇಡಿಯೋ ಹಾಗೂ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಪ್ರಸಾರ—ಇಂತಹ ವಿಚಾರ ವರ್ಗಾವಣೆಯ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಈಗಾಗಲೇ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರಿವೆ. ಈ ವಿಚಾರವರ್ಗಾವಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಅತಿಹ್ರಸ್ವ ತರಂಗಾಂತರದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಸಂಕೇತಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಚಲಿಸುವುದರಿಂದ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ದೂರದೂರವಾಗಿರುವ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಅಡ್ಡಿ ಬರುವ ಭೂಮಿಯ ವಕ್ರತೆಯನ್ನು ಅವು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಸಾಗಲಾರವು. ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ತುಂಬಾ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡ ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು ಅಂತಹ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಶಕ್ತಿವರ್ಧನೆ ಮಾಡಿ ಮರುಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ (ಇಲ್ಲವೆ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಸುಮ್ಮನೆ ಭೂಮ್ಯಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ) ಒಂದು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತವೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷಾಧಾರಿತ ಹವಾಮಾನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಟಿರೋಸ್ ಎಂಬ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಪವನೋಪಗ್ರಹವನ್ನು ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಏಪ್ರಿಲ್ 1, 1960ರಂದು ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲಾಯಿತು.

ಅದಾದ ಬಳಿಕ ಇನ್ನೂ ಆರು ಟಿರೋಸ್ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನೂ, ಎಸ್ಸಾ ಹಾಗೂ ನಿಂಬಸ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಬೇರೆ ವಿಧದ ಪವನೋಪಗ್ರಹಗಳನ್ನೂ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಹಾರಿಬಿಡಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟ ಸಹ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ತನ್ನ ಹವಾಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಹಾರಿಬಿಟ್ಟಿದೆ.

ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಸರಳ ಪ್ರತಿಫಲಕ ಉಪಗ್ರಹವೆಂದರೆ ಪ್ರಥಮ ಎಕೋ ಎಂಬುದು. ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಅದನ್ನು ಆಗಸ್ಟ್ 12, 1960ರಂದು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಕೊರಿಯರ್, ಟೆಲ್‌ಸ್ಟಾರ್, ಅರ್ಲಿಬರ್ಡ್, ಮೋಲ್ನಿಯ ಮುಂತಾದ ಹಲವಾರು ಮರುಪ್ರಸಾರಕಾರಿ ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳು ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ರಷ್ಯಗಳಿಂದ ಗಗನದೆಡೆಗೆ ಹಾರಿ ತಮ್ಮ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನು ರುಜುವಾತು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಇಂದು ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಹಾಗೂ ಪೆಸಿಫಿಕ್ ಮಹಾಸಾಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡಿರುವ ಅರ್ಲಿಬರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಅಂತಹ ಭೂಸಮಶ್ಚರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ಮುಖ್ಯವಾದವು. ಇವುಗಳ ಮಾಲೀಕತ್ವವು ಅರವತ್ತಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಷನಲ್ ಟೆಲಿಕಮ್ಯೂನಿಕೇಷನ್ಸ್ ಸ್ಯಾಟೆಲೈಟ್ ಕನ್‌ಸಾರ್ಟಿಯಂ ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಗೆ ಸೇರಿದ್ದು ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿನ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ ಪ್ರಾತಿನಿಧ್ಯವನ್ನು ಅಮೆರಿಕಾದ ಕಮ್ಯೂನಿಕೇಷನ್ಸ್ ಸ್ಯಾಟೆಲೈಟ್ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿದೆ. ಭೂಮಿಯಿಂದ 35,900 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಭೂಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮಾಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಒಮ್ಮೆ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ 23 ಘಂಟೆ 56 ನಿಮಿಷಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವುದೇ ಈ "ಸಮಶ್ಚರ" (synchronous) ಉಪಗ್ರಹಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಇದೇ 23 ಘಂಟೆ 56 ನಿಮಿಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯೂ ಸಹ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸಲ ಸುತ್ತುವುದರಿಂದ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಈ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಚಲಿಸದೆ ಇದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯ ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಹೊಸ ಸಂಪರ್ಕೋಪಗ್ರಹವನ್ನು 1969ರಲ್ಲಿ ಹಿಂದೂ ಮಹಾಸಾಗರದ ಮೇಲೆ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸುವ ಯೋಜನೆಯಿದೆ. ಅದು ನೆರವೇರಿದ ಬಳಿಕ ಮೂರು ಮಹಾಸಾಗರಗಳ ಮೇಲಿನ ಉಪಗ್ರಹ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ನೆರವಿನಿಂದಲೇ ಉತ್ತರ ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳಿಗೆ ತುಂಬಾ ಸಮೀಪವಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನುಳಿದು ಭೂಮಿಯ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಹಾಗೂ ದ್ವಿಮಾರ್ಗ ನಿಸ್ತಂತು ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂಪರ್ಕ ಕಲ್ಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು.

ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಮಾನವಯಾನಗಳು

ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಮಾನವಯಾತ್ರಿಕರು ನಿರ್ವಹಿಸಿರುವ ಭೂಪರಿಭ್ರಮಣೆಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಗಮನವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಆಕರ್ಷಿಸಿವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳ ರಚನಾ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಖಗೋಲಯಾತ್ರಿಕರ ಶಾರೀರಿಕ ಹಾಗೂ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಪಾರಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಅಡ್ಡಿಯುಂಟಾಗದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಯೋಜಿಸಿರಬೇಕೆಂಬುದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ವಾಹನ ನಾವಿಕರನ್ನು ಹೊತ್ತು ನಿರ್ವಾತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಚಲಿಸಬೇಕಾಗುವುದರಿಂದ ಅದರೊಳಗಡೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಮರ್ದವಿರುವ ಜೀವಾಧಾರಿ ಆಮ್ಲಜನಕಪೂರಿತ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಅಲ್ಲಿಂದ ಅನಿಲಗಳು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ನಿರ್ಗಮಿಸದಂತೆ ವಾಹನದ ಹೊರ ಆವರಣಗಳನ್ನು ಭದ್ರಪಡಿಸಬೇಕು. ಇಂತಹ ಸಂಮರ್ದಿತ ಆವರಣದಲ್ಲಿರುವಾಗಲೂ ಅನೇಕವೇಳೆ ಖಗೋಲಯಾತ್ರಿಕರು ಕ್ಷೇಮದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಅಂತರಿಕ್ಷಯೋಗ್ಯ ಉಡುಗೆಗಳನ್ನು ಧರಿಸಿಯೇ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಖಗೋಲಯಾತ್ರಿಕರನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಆವರಿಸುವ ಈ ಉಡುಗೆಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಅನಿಲಗಳು ಹೊರಸೂಸಿಹೋಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ನಾವಿಕರು ಉಸಿರಾಡಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ಸರಬರಾಜಿಗೂ ಅವರಿಗೆ ಹಿತಕರವಾಗುವ ಉಷ್ಣತೆ, ಸಂಮರ್ದ ಮುಂತಾದ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣಕ್ಕೂ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಉಡುಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದುವೇಳೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಶಕ್ತಿಯುತ ಉಲ್ಕೆ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ವಾಹನವನ್ನು ಭೇದಿಸಿ ಶಿಥಿಲಗೊಳಿಸಿತೆಂದರೂ ಉಡುಗೆಗಳಲ್ಲಿನ ಸ್ವಯಂಪೂರ್ಣ ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಕೂಡಲೇ ಯಾವ ಅಪಾಯವೂ ಸಂಭವಿಸದಂತೆ ರಕ್ಷಣೆ ನೀಡುತ್ತದೆ; ಇದರಿಂದ ಅವರು ಉಲ್ಕೆಯಿಂದಾದ ರಂಧ್ರವನ್ನು ಬೆಸೆದು ವಾಹನವನ್ನು ಪುನಃ ಭದ್ರಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು.

ದೀರ್ಘಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ನಾವಿಕರು ಸದಾಕಾಲವೂ ಅಂತರಿಕ್ಷಪ್ರಯಾಣದ ಉಡುಗೆಗಳನ್ನು ತೊಟ್ಟಿರುವ ಬದಲು ಅವಶ್ಯಬಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಅವುಗಳನ್ನು ಧರಿಸುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಹಿತಕರವಾಗಬಹುದು.[23] ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಾಹನದ ಆಂತರಿಕ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕಡ್ಡಾಯವಾಗಿ ಕೃತಕ ವಾಯುಪರಿಚಲನೆಯ ಏರ್ಪಾಟಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆ ಜಾರಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಶ್ವಾಸಕೋಶದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುವ ಉಸಿರು ಮೂಗಿನ ಬಳಿಯೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡು ನಾವಿಕರಿಗೆ

[23] ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸಹ ಸರದಿಯ ಮೇರೆಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಬ್ಬ ನಾವಿಕನಾದರೂ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಉಡುಗೆಯಲ್ಲಿದ್ದು ತುರ್ತು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನೆದುರಿಸಲು ಸಿದ್ಧನಾಗಿರುವುದು ಹೆಚ್ಚು ಕ್ಷೇಮಕರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಗತ್ಯವಾದ ಹೊಸ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸರಬರಾಜನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುವುದು. ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆಯ ಸೋಜಿಗದ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ ಇದೊಂದು ಗಮನಾರ್ಹ ನಿದರ್ಶನ. ದ್ರವ್ಯಗಳಿಗೆ ಭಾರವಿಲ್ಲದಿರುವಾಗ "ಹಗುರ"ವಾದ ಬಿಸಿಯುಸಿರನ್ನು ಮೇಲ್ಮುಖವಾಗಿ ತಳ್ಳಿ ಚದುರಿಸುವ "ಸ್ವಾಭಾವಿಕ" ಪ್ಲಾವನ ಬಲಗಳು ಕೂಡ ಮಾಯವಾಗಿಬಿಡುವುವು !

ಭಾರರಹಿತ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ದ್ರವಗಳು ತುಂಬಿಟ್ಟ ಪಾತ್ರೆಗಳ "ಬುಡ"ದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳದೆ ಪಾತ್ರೆಗಳ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ—ಮುಚ್ಚಳವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದಲ್ಲಿ ಹೊರಭಾಗಗಳನ್ನು ಸಹ—ಆವರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಪಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ತಿರುಗಿಸಿದರೂ ಅವು ಹೊರಚೆಲ್ಲುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಮತ್ತು ಆಹಾರಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಲು ಹೀರುನಳಿಕೆ (ಇಲ್ಲವೆ ಅಂತಃಕ್ಷೇಪಕ ನಳಿಕೆ), ಅದುಮಬಹುದಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಚೀಲಗಳು ಮುಂತಾದ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲದೆ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅಪಾಯಕಾರಿ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರ ಹಾಗೂ ಕಣಪ್ರವಾಹಗಳು ಹರಡಿರುವುದರಿಂದ ಮಾನವಯಾನದ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳು ಖಗೋಲಯಾತ್ರಿಕರಿಗೆ ಈ ವಿಪತ್ತುಗಳಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಣೆ ನೀಡಬೇಕಾಗುವುದು.

ಖಗೋಲಯಾತ್ರಿಕರನ್ನು ಹೊತ್ತು ಈವರೆಗೆ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಿರುವ ಉಪಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ವರದಿಯೊಂದನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಏಪ್ರಿಲ್ 12, 1961 : ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ 'ವೋಸ್ಟೊಕ್' ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಯೂರಿ ಗಗಾರಿನ್ ಅವರ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ. ಈ ಯಾನವು 108 ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣಗೊಂಡು ಗಗಾರಿನ್ ಅವರನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಒಂದಾವರ್ತಿ ಕರೆದೊಯ್ದಿತು.

ಮೇ 5 ಹಾಗೂ ಜುಲೈ 21, 1961 : ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳ ಮಾಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮೇಯಲ್ಲಿ ಅಲಾನ್ ಷಪರ್ಡ್ ಎಂಬುವರೂ ಜುಲೈಯಲ್ಲಿ ವರ್ಜಿಲ್ ಗ್ರಿಸಮ್ ಎಂಬುವರೂ ಕೆಲನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಮಾತ್ರ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ ನಡೆಸಿದರು. (ಪೂರ್ಣ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಇವೆರಡು ಯಾನಗಳ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ.)

ಆಗಸ್ಟ್ 6, 1961 : ಘರ್ಮನ್ ಟೀಟೋಫ್ (ರಷ್ಯ) ಅವರ ಯಾನ. ವಾಹನ, ವೋಸ್ಟೊಕ್–೨; ಅವಧಿ, 25 ಘಂಟೆಗಳು ; ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, 17.

ಫೆಬ್ರುವರಿ 20 ಹಾಗೂ ಮೇ 24, 1962 : ಫೆಬ್ರುವರಿಯಲ್ಲಿ ಜಾನ್‌ಗ್ಲೆನ್ ಅವರೂ ಮೇಯಲ್ಲಿ ಸ್ಕಾಟ್ ಕಾರ್ಪೆಂಟರ್ ಅವರೂ ಖಗೋಲಯಾತ್ರೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು ಒಬ್ಬೊಬ್ಬರೂ ಮೂರು ಬಾರಿ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಿದರು.

ವಾಹನಗಳು, ಅಮೆರಿಕಾದ ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಮಾಲಿಕೆಯ ಫ್ರೆಂಡ್‌ಷಿಪ್–೭ ಮತ್ತು ಅರೋರಾ–೭.

ಆಗಸ್ಟ್ 11ರಿಂದ 14, 1962 : ರಷ್ಯದ ಆ್ಯನ್‌ಡ್ರಿಯನ್ ನಿಕೊಲಯೆಫ್ ಮತ್ತು ಪಾವೆಲ್ ಪೊಪೊವಿಚ್—ಇವರಿಂದ ವೋಸ್ಟೊಕ್–೩ ಮತ್ತು ವೋಸ್ಟೊಕ್–೪ ಎಂಬ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಕಾಲಿಕ ಯಾನ. ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳು, ನಿಕೊಲಯೆಫ್ 64 ಮತ್ತು ಪೊಪೊವಿಚ್ 48.

ಅಕ್ಟೋಬರ್ 3, 1962 : ವಾಲ್ಟರ್ ಷಿರ್ರಾ (ಅಮೆರಿಕಾ) ಅವರಿಂದ ಆರು ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳು. ವಾಹನ, ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಮಾಲಿಕೆಯ ಸಿಗ್ಮ–೭.

ಮೇ 15-16, 1963 : ಲೆರಾಯ್ ಗಾರ್ಡನ್ ಕೂಪರ್ (ಅಮೆರಿಕಾ) ಅವರಿಂದ ಮರ್ಕ್ಯುರಿ ಯಾನಗಳ ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿ. ವಾಹನ, ಫೇಥ್–೭ ; ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, 22.

ಜೂನ್ 14ರಿಂದ 19, 1963 : ವೇಲರಿನ್ ಬೈಕೊವ್‌ಸ್ಕಿ (ರಷ್ಯ) ಅವರಿಂದ ವೋಸ್ಟೊಕ್–೫ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ 81 ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳು.

ಜೂನ್ 16ರಿಂದ 19, 1963 : ಇಂದಿನವರೆಗೆ ನಡೆದಿರುವ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ ಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿರುವ ಜಗತ್ತಿನ ಏಕೈಕ ಮಹಿಳೆ ವೆಲಂತಿನ ತೆರಷ್ಕೋವ (ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟ) ಅವರಿಂದ ವೋಸ್ಟೊಕ್–೬ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ 48 ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳ ಸಾಧನೆ.

ಅಕ್ಟೋಬರ್ 12, 1964 : ವೋಷ್ಕೊಡ್–೧ ಎಂಬ ಪ್ರಪಂಚದ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ತ್ರಿನಾವಿಕ ವಾಹನದಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾದ ವ್ಲೇಡಿಮಿರ್ ಕೋಮರೋಫ್, ಕಾನ್‌ಸ್ಟಾಂಟನ್ ಫಿಯೊಕ್‌ತಿಸ್ತೋಫ್ ಮತ್ತು ಬೋರಿಸ್ ಯೊಗೊರೋಫ್—ಇವರುಗಳು ಹದಿನಾರು ಸಲ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಪರಿಭ್ರಮಿಸಿದರು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಬಾರಿಗೆ ನಾವಿಕರು ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನದ ಉಡುಗೆಗಳನ್ನು ಕಳಚಿಹಾಕಿ ಸಾಧಾರಣ ಉಡುಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುವ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು.

ಮಾರ್ಚಿ 18, 1965 : ರಷ್ಯದ ವೋಷ್ಕೊಡ್–೨ ಎಂಬ ಭೂಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಪೆವಲ್ ಬೆಲ್‌ಯಯೆಫ್ ಮತ್ತು ಅಲೆಕ್ಸಿ ಲಿಯೊನೋಫ್—ಇವರ ಹದಿನೇಳು ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ. ಉಪಗ್ರಹವು ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರಿಂದ ಲಿಯೊನೋಫ್ ನಿರ್ಗಮಿಸಿ ಹತ್ತು ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ವಾಹನದ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲೂ ಸಂಚರಿಸಿದರು. ಇಂತಹ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಬಹಿರ್ವಾಹನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪ (extra-vehicular activity)ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಮಾರ್ಚಿ 23, 1965 : ಜೆಮಿನಿ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಹೊಸ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಜೆಮಿನಿ-೩

ಉಪಗ್ರಹದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣೆ. ನಾವಿಕರು ವರ್ಜಿಲ್ ಗ್ರಿಸಮ್ ಮತ್ತು ಜಾನ್‌ಯಂಗ್. ಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವಾಹನವು ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಈ ನಾವಿಕರೇ ಅದನ್ನು ಬೇರೊಂದು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಪಥಾಂತರಗೊಳಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಿದರು.

ಜೂನ್ 3ರಿಂದ 7, 1965: ಜೆಮಿನಿ–೪ ಉಪಗ್ರಹದ 62 ಭೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳು. ನಾವಿಕರು, ಜೇಮ್ಸ್ ಮೆಕ್‌ಡಿವಿಟ್ ಮತ್ತು ಎಡ್ವರ್ಡ್ ವೈಟ್ (ಅಮೆರಿಕಾ). ವೈಟ್ ಅವರು ಇಪ್ಪತ್ತು ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಉಪಗ್ರಹದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿ ಬಹಿರ್ವಾಹನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು.

ಆಗಸ್ಟ್ 21ರಿಂದ 29, 1965: ಜೆಮಿನಿ-೫ ಉಪಗ್ರಹದ ಹಾರಾಟ. ನಾವಿಕರು ಗಾರ್ಡನ್ ಕೂಪರ್ ಮತ್ತು ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಕಾನ್‌ರ್‍ಯಾಡ್ (ಅಮೆರಿಕಾ). ಅವಧಿ, 7 ದಿನ 23 ಘಂಟೆಗಳು. ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, 120.

ಡಿಸೆಂಬರ್ 4ರಿಂದ 18, 1965: ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಜೆಮಿನಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂಗವಾಗಿ ಡಿಸೆಂಬರ್ 4ರಿಂದ ಎರಡು ವಾರಗಳ ದೀರ್ಘ ಕಾಲ ಜೆಮಿನಿ–೭ ಉಪಗ್ರಹವೂ, ಏತನ್ಮಧ್ಯೆ ಡಿಸೆಂಬರ್ 15–16ರಂದು ಜೆಮಿನಿ-೬ ಉಪಗ್ರಹವೂ ತಮ್ಮ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸಿದವು. ಜೆಮಿನಿ–೭ರ ನಾವಿಕರು ಫ್ರ್ಯಾಂಕ್ ಬೋರ್ಮನ್ ಮತ್ತು ಜೇಮ್ಸ್ ಲೊವೆಲ್; ಜೆಮಿನಿ–೬ರ ನಾವಿಕರು ವಾಲ್ಟರ್ ಷಿರ್ರಾ ಮತ್ತು ಥಾಮಸ್ ಸ್ಟ್ಯಾಫರ್ಡ್. ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನಗಳ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ವಾಹನಸಮಾಗಮ ಇವೆರಡು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಡಿಸೆಂಬರ್ 15ರಂದು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ನೆರವೇರಿತು. ಸಮಾಗಮ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಎಷ್ಟು ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದವೆಂದರೆ ಜೆಮಿನಿ-೬ರ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಜೆಮಿನಿ–೭ರ ನಾವಿಕರ ಹನ್ನೊಂದು ದಿನಗಳ ಕ್ಷೌರ ವಿಲ್ಲದ ಗಡ್ಡದ ಕೂದಲುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡವು.

ಮಾರ್ಚ್ 16, 1966: ಅಮೆರಿಕಾದ ಜೆಮಿನಿ–೮ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ನೀಲ್ ಆರ್ಮ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಮತ್ತು ಡೇವಿಡ್ ಸ್ಕಾಟ್—ಇವರ ಅಂತರಿಕ್ಷಯಾನ. ನಾವಿಕರು ಈ ಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಇದಕ್ಕಿಂತ ಒಂದೂವರೆ ತಾಸು ಹಿಂದೆ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದ್ದ ಅಜೀನ ಎಂಬ ಬೇರೊಂದು ಮಾನವರಹಿತ ಉಪಗ್ರಹದೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧನಗೊಳಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಆ ಬಳಿಕ ವಾಹನದಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರಿದ ತೀವ್ರ ಗಿರಕಿ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆ ಹೋದುದರಿಂದ ಕೂಡಲೆ ಸಂಬಂಧನವನ್ನು ಮುಕ್ತಾಯಗೊಳಿಸಿ ಜೆಮಿನಿ–೮ನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಇಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಯಿತು.

ಜೂನ್ 3ರಿಂದ 6, 1966: ಅಮೆರಿಕಾದ ಜೆಮಿನಿ–೯ ಉಪಗ್ರಹದ ಹಾರಾಟ. ನಾವಿಕರು ಥಾಮಸ್ ಸ್ಟ್ಯಾಫರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಯೂಜೀನ್ ಸರ್ನನ್. ಸರ್ನನ್ ಅವರಿಂದ ಎರಡು ಘಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ಬಹಿರ್ವಾಹನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆ. (ಈ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅವರೂ ವಾಹನವೂ ಜೊತೆಯಾಗಿ ಒಂದೂವರೆ ಸಲ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಿದ್ದಾಯಿತು.)

ಜುಲೈ 18ರಿಂದ 21, 1966: ಅಮೆರಿಕಾದ ಜೆಮಿನಿ–೧೦ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಜಾನ್‌ಯಂಗ್ ಮತ್ತು ಮೈಕೇಲ್ ಕಾಲಿನ್ಸ್—ಇವರ ಮೂರು ದಿನಗಳ ಸಂಚಾರ. ಈ ನಾವಿಕರು ಅಜೀನ-೧೦ ಎಂಬ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮಾನವರಹಿತ ಉಪಗ್ರಹದೊಂದಿಗೆ ತಮ್ಮ ಜೆಮಿನಿ–೧೦ ನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಸಂಬಂಧನಗೊಳಿಸಿದರು. ಆ ಬಳಿಕ ಅವರು ಅಜೀನ–೧೦ ರಲ್ಲಿದ್ದ ರಾಕೆಟ್‌ಯಂತ್ರವನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ವಾಹನಗಳನ್ನು ತೀವ್ರಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪಥಾಂತರಗೊಳಿಸಿದರು. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ವಾಹನಗಳ ಹೊಸ ಕಕ್ಷೆಯ ಎತ್ತರ ಉಚ್ಚಬಿಂದುವಿನ ಬಳಿ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 757 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗೆ ಏರಿತು. ಪಥಾಂತರಗೊಂಡ ಜೆಮಿನಿಯು ಜುಲೈ 20 ರಂದು, ಮಾರ್ಚಿಯಲ್ಲೇ ಕಕ್ಷೆಗೆ ಸೇರಿಸಿದ್ದ ಮಾನವರಹಿತ ಅಜೀನ–೮ ಉಪಗ್ರಹದೊಂದಿಗೂ ಸಂಪರ್ಕರಹಿತ ಸಮಾಗಮ ಹೊಂದಿತು. ಈ ಸಮಾಗಮವು ವಾಹನಗಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕರಹಿತವಾದರೂ ಅದು ನೆರವೇರಿದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜೆಮಿನಿಯಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿದ ಕಾಲಿನ್ಸ್ ಅವರು ಹಳೆಯ ಅಜೀನ ಉಪಗ್ರಹದ ಬಳಿಗೆ ಸ್ವತಃ ಚಲಿಸಿ ಹೋಗಿ ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬಹಿರ್ವಾಹನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು.

ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 12ರಿಂದ 15, 1966: ಅಮೆರಿಕಾದ ಜೆಮಿನಿ–೧೧ ಉಪಗ್ರಹದ ಕಕ್ಷಾಸಂಚಾರ ಹಾಗೂ ಮಾನವರಹಿತ 'ಅಜೀನ' ಉಪಗ್ರಹವೊಂದರೊಡನೆ ಸಂಬಂಧನ. ನಾವಿಕರು ಪೀಟ್ ಕಾನ್‌ರ್ಯಾಡ್ ಮತ್ತು ರಿಚರ್ಡ್ ಗಾರ್ಡನ್. ಇವರು ಅಜೀನದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದವರೆಗೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ 1227 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಎತ್ತರವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರು.

ನವೆಂಬರ್ 11ರಿಂದ 15, 1966: ಅಮೆರಿಕಾದ ಜೆಮಿನಿ ಮಾಲಿಕೆಯ ಅಂತಿಮ ಉಪಗ್ರಹದ ಹಾರಾಟ. ನಾವಿಕರು ಜೇಮ್ಸ್ ಲೊವೆಲ್ ಮತ್ತು ಎಡ್ವಿನ್ ಆಲ್ಡ್ರಿನ್. ಆಲ್ಡ್ರಿನ್ ಅವರು ಜೆಮಿನಿ–೧೨ ರಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿ ಎರಡು ಘಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ನಿರಾಯಾಸವಾಗಿ ಬಹಿರ್ವಾಹನ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಿದರು.

ಮಾರ್ಚಿ 31–ಏಪ್ರಿಲ್ 1, 1967: ವ್ಲೇಡಿಮಿರ್ ಕೋಮರೋಫ಼್ (ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟ) ಅವರು ಸೊಯುಸ್–೧ ಎಂಬ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡಿದರು. ವಾಹನವು ಭೂಮಿಗೆ ಮರಳುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಪ್ಯಾರಶೂಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಕೆಲಸಮಾಡದೆ ಹೋಗಲಾಗಿ ಈ ಯಾನವು ಕೋಮರೋಫ಼್ ಅವರ ಪ್ರಾಣಹಾನಿಯ ದುರಂತದಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಂಡಿತು.

ಅಕ್ಟೋಬರ್ 11ರಿಂದ 22, 1968: ಅಪೊಲೋ–೭ ಎಂಬ ತ್ರಿನಾವಿಕ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನದಲ್ಲಿ ವಾಲ್ಟರ್ ಷಿರ್ರಾ, ಡಾನ್ ಐಸಿಲ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟರ್ ಕನಿಂಗ್‌ಹ್ಯಾಮ್ (ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳು)— ಇವರ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣಯಾನ.

'ಅಪೊಲೋ' ಮಾಲಿಕೆಯ ತ್ರಿನಾವಿಕ ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಮೊದಲನೆಯದು.[24] ಅಪೊಲೋ-೭ರ ಸಂಚಾರ ಭೂಪರಿಭ್ರಮಣೆಗಷ್ಟೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದಿತಾದರೂ ಕಾಲ ಪಕ್ವವಾದಾಗ ಮಾನವರನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಕರೆದೊಯ್ದು ಅಲ್ಲಿಂದ ಅವರನ್ನು ಪುನಃ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಭೂಮಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿಸುವುದು ಅಪೊಲೋ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂತಿಮ ಉದ್ದೇಶ.

ಅಕ್ಟೋಬರ್ 26ರಿಂದ 30, 1968 : ಜ್ಯಾರ್ಗಿ ಬೆರಿಗೊವಾಯ್ (ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟ) ಅವರಿಂದ ಸೊಯುಸ್-೩ ಎಂಬ ಉಪಗ್ರಹದಲ್ಲಿ 65 ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಗಳು. ಈ ಯಾನದಲ್ಲಿ ಬೆರಿಗೊವಾಯ್ ತಮ್ಮ ವಾಹನವನ್ನು ಸೊಯುಸ್-೨ ಎಂಬ ಮಾನವರಹಿತ ಉಪಗ್ರಹದೊಂದಿಗೆ ಸಮಾಗಮಗೊಳಿಸಿದರು. ಸೊಯುಸ್-೩ನ್ನು ಭೂಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿಸುವಾಗ ಕೊನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಶೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲದೆ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಬಾರಿಗೆ ಚಿಕ್ಕ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

ಚಂದ್ರಾನ್ವೇಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳು

ಮಾನವ ಚಂದ್ರಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ಕಾಲಿರಿಸುವ ಇತಿಹಾಸಜನಕ ದಿನವನ್ನು ನಾವೆಲ್ಲರೂ ತೀವ್ರ ಆಸಕ್ತಿಯಿಂದ ಇದಿರುನೋಡುತ್ತಿದ್ದರೂ ಅಂತಹ ಉತ್ಕಟ ಸಾಧನೆಗೆ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ನೂರಾರು ಅವಶ್ಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡಯಲೇಬೇಕು. ಹಲವು ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದ ಈ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಪ್ರಧಾನ ಧ್ಯೇಯದ ಸಾಧನೆಯಷ್ಟೇ ರೋಮಾಂಚಕಾರಕವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವುವು.

ಈಗ್ಗೆ ಹನ್ನೆರಡು ಹದಿಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಸಹ ಚಂದ್ರ ಮನುಷ್ಯರಿಗೆ ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಎಟುಕಲಾರದೆಂಬ ಭಾವನೆ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿ ಬಲವಾಗಿ ಬೇರೂರಿದ್ದಿತು. ಇಂತಹ ಭಾವನೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ 1959ರ ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 13ರಂದು ರಷ್ಯದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಕ್ಷಿಪಣಿಯೊಂದು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಿ !

ಈ ವಿಪ್ಲವಕಾರಕ ಘಟನೆ ನಡೆದು ಒಂದು ತಿಂಗಳು ಕೂಡ ಸಂದಿಲ್ಲ. ಆಕ್ಟೋಬರ್ 7ರಂದು ಮತ್ತೊಂದು ಸೋವಿಯತ್ ವಾಹನ ಭೂಮಿಯಿಂದ

---

[24] ಅಪೊಲೋ ಮಾಲಿಕೆಯ ಮಾನವಯಾನಗಳು 1967ರ ಫೆಬ್ರುವರಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಜನವರಿ 27, 1967ರಂದು ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲೇ ಇದ್ದ ಅಪೊಲೋ ವಾಹನದಲ್ಲಿ ಬೆಂಕಿ ಆಪಘಾತ ಸಂಭವಿಸಿ ಒಳಗಡೆ ಯಾನಪೂರ್ವ ತರಬೇತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ವರ್ಜಿಲ್ ಗ್ರಿಸಮ್, ಎಡ್ವರ್ಡ್ ವೈಟ್ ಮತ್ತು ರಾಜರ್ ಚಾಫೀ—ಈ ಮೂವರೂ ಮೃತ್ಯುವಿಗೀಡಾದರು. ಈ ಘೋರ ದುರಂತದ ಬಗ್ಗೆ ತನಿಖೆ ನಡೆಸಿ ಅಪೊಲೋ ವಾಹನಸಂವಿಧಾನವನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಲು ಒಂದೂವರೆ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಅಗತ್ಯವಾಯಿತು.

ಚಂದ್ರನ ಹಿಂಬದಿಗೆ ಸಾಗಿ ಯುಗಯುಗಗಳಿಂದ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳ ಪಾಲಿಗೆ ಮುಚ್ಚಿದ ದೃಶ್ಯವಾಗಿದ್ದ[25] ಆ ಹಿಂಭಾಗದ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿತು.

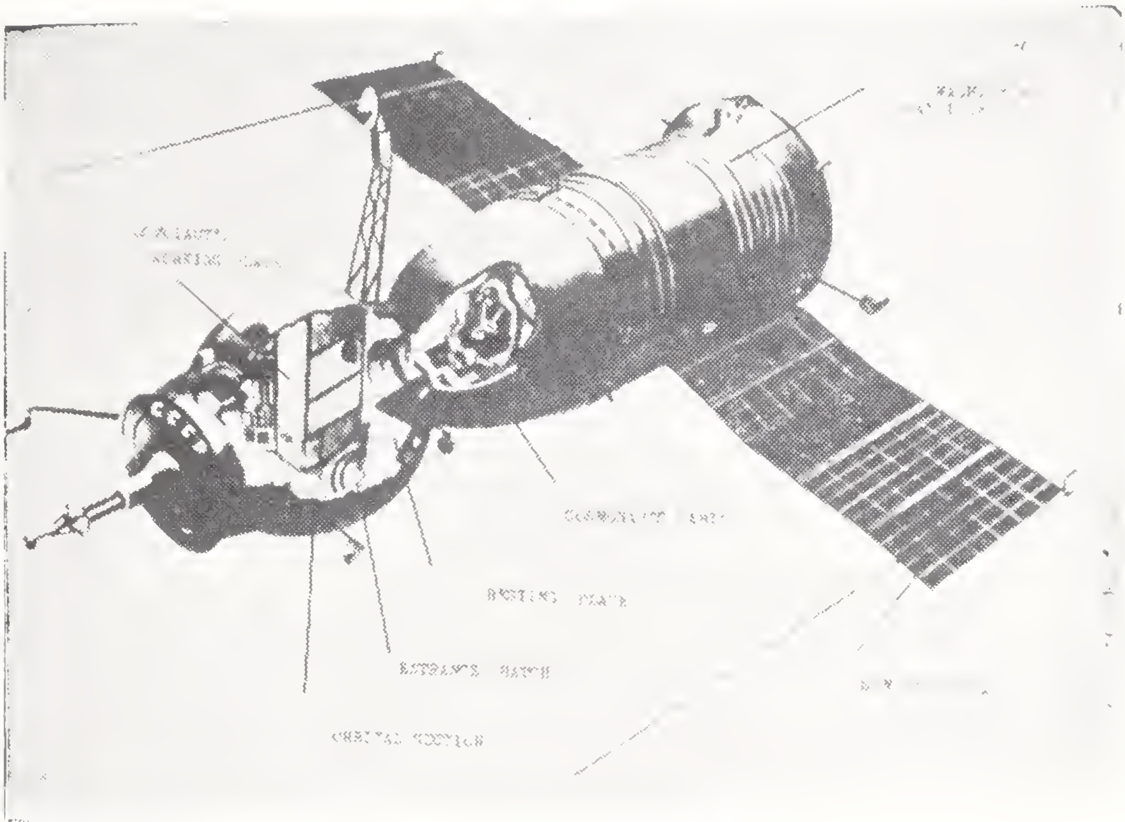
1961–1964. ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಯೋಜನೆಯಂತೆ ಕ್ಯಾಮೆರಾಗಳಿಂದ ಸಜ್ಜಿತವಾದ ವೀಕ್ಷಕ ನೌಕೆಗಳು ಭೂಮಿಯಿಂದ ಚಲಿಸಿ ಹೋಗಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ಅಪ್ಪಳಿಸಿ ನಾಶಹೊಂದುವುವಾದರೂ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗೆ ಮುಂಚೆ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮೂಲಕ ಭೂಮಿಗೆ ರವಾನಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಆರು ಸಲ ವಿಫಲಗೊಂಡ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವು ಏಳನೆಯ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಜುಲೈ 31, 1964ರಂದು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕೈಗೂಡಿತು. ಅಂದು ಅಮೆರಿಕಾದ ಸಪ್ತಮ 'ರೇಂಜರ್' ವಾಹನವು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಹದಿನೇಳು ನಿಮಿಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ 4136 ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯದು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಕೇವಲ ಮುನ್ನೂರು ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಿಂದ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಚಿತ್ರವಾಗಿತ್ತು!

ರೇಂಜರ್–೭ರ ನಂತರ ರೇಂಜರ್–೮ ಮತ್ತು ರೇಂಜರ್–೯ ಎಂಬ ಇನ್ನೂ ಎರಡು ಕ್ಯಾಮೆರಾ ಸಜ್ಜಿತ ವೀಕ್ಷಕ ನೌಕೆಗಳು ಇದೇ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಅಮೆರಿಕಾದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉತ್ತೇಜನ ದೊರಕಲು ಸಹಕಾರಿಯಾದವು.

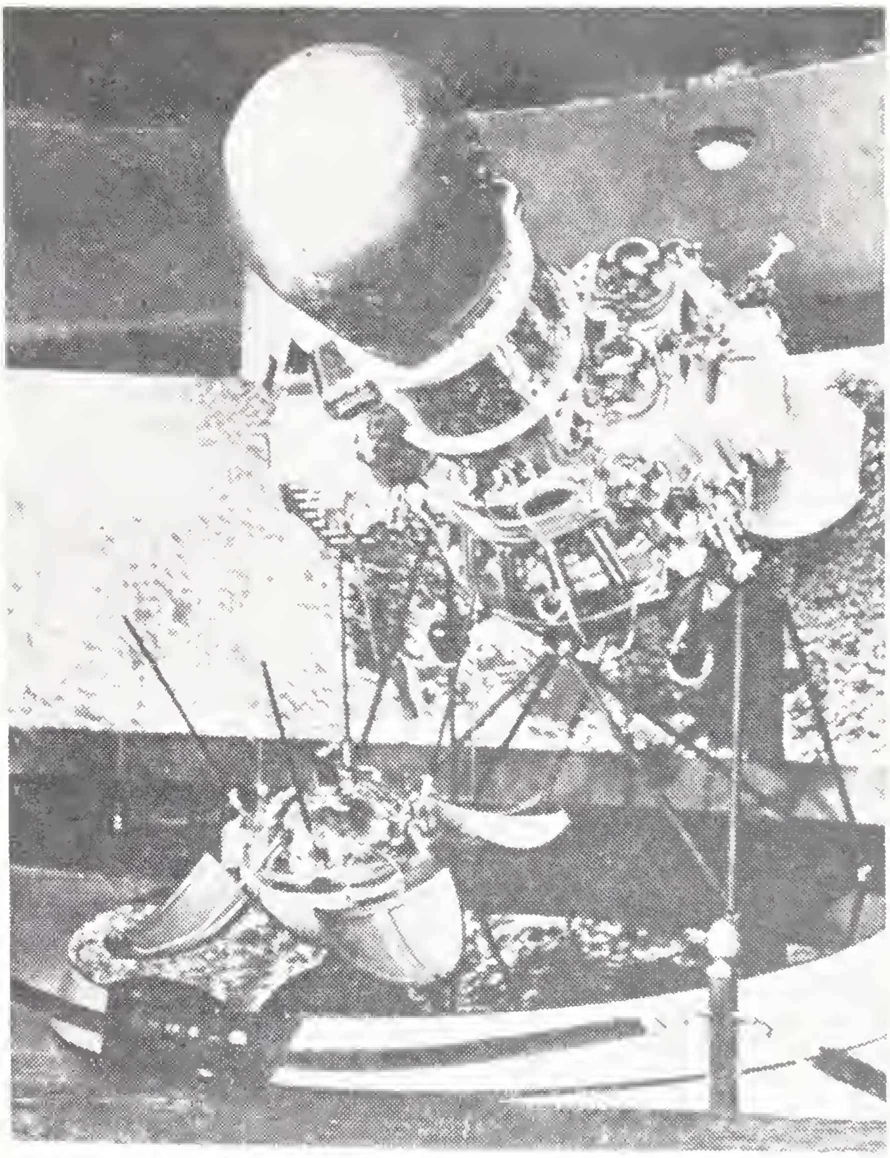
1963–1966. ಈಗ ಮತ್ತೆ ಸೋವಿಯತ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸರದಿ. ಅವರ ಯೋಜನೆಯಂತೆ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಮುಟ್ಟುವ ವೀಕ್ಷಕ ನೌಕೆಗಳು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಬಡಿದು ನಾಶವಾಗುವ ಬದಲು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಆ ಆಕಾಶಕಾಯದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಇಳಿಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಅವರ ನಾಲ್ಕೈದು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ವಿಫಲಗೊಂಡವು. ಜನವರಿ 31, 1966ರಂದು ಲ್ಯೂನ–೯ ಎಂಬ ಮತ್ತೂ ಒಂದು ವೀಕ್ಷಕ ವಾಹನವನ್ನು ಸೋವಿಯತ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಹಾರಿಬಿಟ್ಟರು. ಈ ಸಲ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಫೆಬ್ರುವರಿ 3ರಂದು ಲ್ಯೂನ–೯ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಂತೆ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಗೊಂಡಿತು. ಈ ಅದ್ಭುತ ಸಾಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಮೇಲೆ ಉಪಕರಣಗಳು ಹಾಗೂ ನಾವಿಕರು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಾರದೆಂಬ ಆತಂಕಕಾರಕ

---

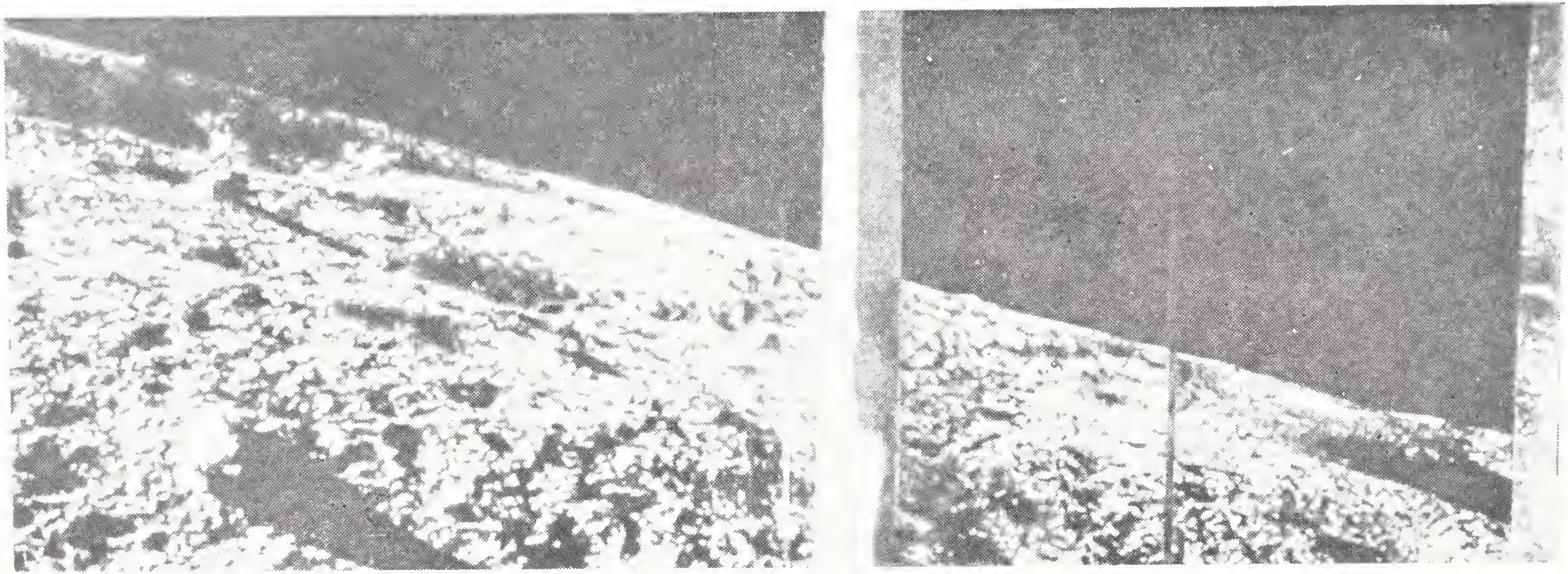
25 ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೋ ಅಷ್ಟೇಕಾಲವನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಪರಿಭ್ರಮಿಸುವುದಕ್ಕೂ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಒಂದರ್ಧ ಭಾಗವು ಭೂಮಿಗೆ ಸದಾ ವಿಮುಖವಾಗಿದ್ದು ಉಳಿದರ್ಧ ಭಾಗವಷ್ಟೇ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳ ಗೋಚರಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ.



ಸೋಯುಜ್–3 ಆಕಾಶನೌಕೆ



ಮಾಸ್ಕೋ ಪ್ರದರ್ಶನವೊಂದರಲ್ಲಿ ಯು. ಎಸ್. ಎಸ್. ಆರ್. ಸೈನ್ಸ್ ಅಕೆಡಮಿಯವರು ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕಿಟ್ಟಿದ್ದ ಸೋವಿಯತ್ ಚಂದ್ರಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆ ಲ್ಯೂನ–9ರ ಮಾದರಿ.



ರಷ್ಯಾದೇಶದ ಚಂದ್ರಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆ ಲ್ಯೂನ-9 1966ರ ಫೆಬ್ರವರಿಯಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಸಮೀಪದಿಂದ ತೆಗೆದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ;
ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ದೃಶ್ಯದ ಒಂದು ಭಾಗ.

ಸಂದೇಹಗಳು ಒಮ್ಮೆಗೇ ಮಾಯವಾದವು. ಲ್ಯೂನ–೯ ರ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಉಪಕರಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಚಾಂದ್ರದೃಶ್ಯದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಭೂಮ್ಯಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರಮಾಡಿ ಭೂನಿವಾಸಿಗಳನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿದವು.

ಇದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಚಾಂದ್ರ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಗಳ ಯೋಜನೆಯೊಂದು ರೂಪಗೊಂಡಿದ್ದು ಅದಕ್ಕೆ 'ಸರ್ವೇಯರ್' ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವೆಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಲಾಗಿತ್ತು. ಲ್ಯೂನ–೯ ರ ಯಶಸ್ಸಿನ ತರುವಾಯ ಸರ್ವೇಯರ್‌ನ ಗುರುತರ ಯಶಸ್ಸಿಗಾಗಿ ಮಾನವಜನತೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಕಾಯಬೇಕಾಗಲಿಲ್ಲ. 1966ರ ಜೂನ್ 2ರಂದು ಅಮೆರಿಕಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವು ಫಲಿಸಿ ಸರ್ವೇಯರ್–೧ ಎಂಬ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಸಜ್ಜಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ತಲುಪಿತು. ಈ ವಾಹನ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತು ದಿವಸಗಳ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಅತ್ಯುಪಯುಕ್ತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಭೂಮಿಗೆ 11,000ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ರವಾನಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿತು.

ಈ ಕೀರ್ತಿದಾಯಕ ಸಾಧನೆಗಳ ತರುವಾಯವೂ ಸೋವಿಯತ್ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಲ್ಯೂನ–೧೩, ಸರ್ವೇಯರ್–೩, ಸರ್ವೇಯರ್–೫, ಸರ್ವೇಯರ್–೬ ಮತ್ತು ಸರ್ವೇಯರ್–೭ ಎಂಬ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಸಜ್ಜಿತ ವೀಕ್ಷಕ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. (ಈ ವಾಹನಗಳು ಚಂದ್ರನನ್ನು ತಲುಪಿದ ದಿನಾಂಕಗಳು: ಕ್ರಮವಾಗಿ ಡಿಸೆಂಬರ್ 24, 1966; ಏಪ್ರಿಲ್ 20, 1967; ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 17, 1967; ನವೆಂಬರ್ 9, 1967 ಮತ್ತು ಜನವರಿ 10, 1968.) ಪ್ರೌಢಸಂವಿಧಾನವುಳ್ಳ ಈ ವಾಹನಗಳು ಚಂದ್ರಕಾಯದ "ಮಣ್ಣಿ"ನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಕೂಡ ನೇರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿವೆ.

ಇನ್ನು ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹಗಳ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆ. ಚಂದ್ರನ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಕೂಲಂಕಷ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲು ಆ ಆಕಾಶಕಾಯದ ಸುತ್ತಲೂ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುವ 'ಅಂತರಿಕ್ಷಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳು' ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವುವೆಂಬುದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿನ ಯೋಜನೆಗಳು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಸಫಲಗೊಂಡಿದ್ದು 1966ರ ಏಪ್ರಿಲ್ 3ರಂದು. ಆ ದಿನ ಸೋವಿಯತ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಾವು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದ ಲ್ಯೂನ–೧೦ ಎಂಬ ವಾಹನವನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲಿನ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಪ್ರಥಮ ವಿಜಯಾಂಕವನ್ನು ಗಳಿಸಿದರು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಮೂರು ಲ್ಯೂನ ಚಾಂದ್ರೋಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದಿಂದಲೂ, ಹಲವಾರು

ಆರ್ಬಿಟರ್ ಹಾಗೂ ಎಕ್ಸ್‌ಪ್ಲೋರರ್ ಎಂಬ ಹೆಸರುಗಳುಳ್ಳ ಚಾಂದ್ರೋಪ ಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಿಂದಲೂ ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲಿನ ವಿವಿಧ ಕಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆರ್ಬಿಟರ್ ಮಾಲಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹಾರಿ ಬಿಟ್ಟ ಎಲ್ಲಾ ಐದು ವಾಹನಗಳೂ ಲ್ಯೂನ ಮಾಲಿಕೆಯ ಎರಡು ವಾಹನಗಳೂ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಉತ್ತಮ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಇಂದಿನ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಆಗಲೇ ಚಂದ್ರನ ಮುಂಭಾಗ ಹಾಗೂ ಹಿಂಭಾಗದ ಗಮನಾರ್ಹ ಮೇಲ್ಮೈಲಕ್ಷಣಗಳ ನಿಕಟ ಪರಿಚಯವುಂಟಾಗಿ ಯಾವ ಯಾವ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷನಾವಿಕರು ಸುರಕ್ಷಿತ ವಾಗಿ ಇಳಿಯಬಹುದೆಂಬ ಅಂದಾಜು ದೊರಕಿದೆ.

ಮುಂಬರುವ ಮೈಲಿಗಲ್ಲು—ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಮಾನವಯಾನ

ಮಾನವರ ಚಾಂದ್ರಯಾನಗಳು ತಂದೊಡ್ಡಬಹುದಾದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಬೇಡಿಕೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಸುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಈಗ ಉಳಿದಿರುವುದು ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಚಾಂದ್ರಯಾನವನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವು ದಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ.

ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಅಪೊಲೋ ಯೋಜನೆಯಂತೆ ಇಂತಹ ಯಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ತ್ರಿನಾವಿಕವಾಹನದಲ್ಲಿ, ಮೂರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳುವ ಚಾಲಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲದೆ, ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್, ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಮತ್ತು ಲ್ಯೂನಾರ್ ಎಕ್ಸ್‌ಕರ್ಷನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಎಂಬ ಮೂರು ಭಿನ್ನಭಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲು ಮೂವರು ನಾವಿಕರು ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ ಮತ್ತು ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಸೌಲಭ್ಯಗಳಿಂದ ಸಜ್ಜಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಲ್ಯೂನಾರ್ ಎಕ್ಸ್‌ಕರ್ಷನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಾದರೋ—ಇದಕ್ಕೆ ಬಗ್ ಎಂಬ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ನಾಮಕರಣವೂ ಉಂಟು —ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇಬ್ಬರು ನಾವಿಕರ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ಸೌಲಭ್ಯಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಡುವುದಲ್ಲದೆ ತನ್ನದೇ ಆದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನುಳಿದ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ವಿಭಾಗವು ಬಗ್‌ನಂತೆಯೇ ಸ್ವಯಂಪೂರ್ಣ ರಾಕೆಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಸಜ್ಜಿತವಾಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ ನಾವಿಕರಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗುವ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮುಂತಾದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿಡುವ ಉಗ್ರಾಣ ಮಂದಿರವಾಗಿಯೂ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಚಾಂದ್ರಯಾನದ ಮೊದಲನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಚಾಲಕ ರಾಕೆಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಒಂದನೆಯ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ಹಂತಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಂಡ ಅಪೊಲೋ

ವಾಹನವನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಮಾಡುವ ಉಪಗ್ರಹವಾಗಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗುವುದು. ಆ ಬಳಿಕ ನಾವಿಕರು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಮೂರನೆಯ ಹಂತದ ಚಾಲಕ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಚಂದ್ರಾಭಿಮುಖ ಪಥವೊಂದರ ಮೇಲೆ ಸಾಗಿಬಿಡುವರು. ಈ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳ ತರುವಾಯ ಚಾಲಕ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಬರಿದಾಗಿರುವ ಮೂರನೆಯ ಹಂತದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಸಹ ಅವರು ಅಪೊಲೋ ವಾಹನದ ಉಳಿದ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಈಗ ಲ್ಯೂನಾರ್ ಎಕ್ಸ್‌ಕರ್ಷನ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್, ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಮತ್ತು ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ವಿಭಾಗಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಚಂದ್ರನೆಡೆಗೆ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಮಧ್ಯಮಾರ್ಗ ಪಥಸಂಸ್ಕರಣವಿಲ್ಲದೆ ಇವು ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತವೆಂದು ನಂಬಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಸಂಸ್ಕರಣಗಳನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ಅಪೊಲೋ ನಾವಿಕರು ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನಲ್ಲಿರುವ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ.

ಅರವತ್ತೈದು ತಾಸುಗಳ ತರುವಾಯ ಅಪೊಲೋ ನಾವಿಕರು ಚಂದ್ರನ ನೆರೆಯನ್ನು ತಲುಪುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನ ರಾಕೆಟ್ಟಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ವಾಹನದ ಚಂದ್ರಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ತಗ್ಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ಚಂದ್ರನ ಸುತ್ತಲಿನ ಆವರ್ತಕ ಕಕ್ಷೆಯೊಂದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಲಾಗುವುದು.

ಚಾಂದ್ರಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ವಾಹನವು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಾಗ ಮೂವರು ನಾವಿಕರಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬರು ಮಾತ್ರ ಎಂದಿನಂತೆ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನಲ್ಲಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡು ಉಳಿದಿಬ್ಬರು ಬಗ್ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅನಂತರ ಬಗ್ ವಿಭಾಗವು ವಾಹನದ ಉಳಿದೆರಡು ವಿಭಾಗಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳುವುದು ಮತ್ತು ಬಗ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ನಾವಿಕರು ಈ ವಿಭಾಗದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವೊಂದನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸುವರು. ಆಗ ಬಗ್‌ನ ಚಾಂದ್ರಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗ ಮತ್ತಷ್ಟು ತಗ್ಗಿ ಅದು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಏತನ್ಮಧ್ಯೆ ಒಬ್ಬ ನಾವಿಕನನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿರುವ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ವಿಭಾಗಗಳು ಎಂದಿನಂತೆಯೇ ಚಂದ್ರಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಇಳಿದ ನಾವಿಕರಿಬ್ಬರಲ್ಲಿ ಸರದಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಒಬ್ಬರು ಬಗ್ ಆವರಣದಲ್ಲೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡು ಇನ್ನೊಬ್ಬರು ಅಲ್ಲಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲೆ ವಿಹರಿಸುವ ಸಾಹಸಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ವಿಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತನಿಖೆ ನಡೆಸುವುದು, ಅಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಶಿಲಾವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಕರ್ತವ್ಯಗಳನ್ನು ಅವರು ನಿರ್ವಹಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಈ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಿ ಬಗ್ ಆವರಣಕ್ಕೆ ಮರಳಿದ ನಾವಿಕರು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಹೊತ್ತಿಸಿ ಚಂದ್ರನಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೇರಿ ಹೋಗುತ್ತಾರೆ. ಆ ಬಳಿಕ ಬಗ್ ವಿಭಾಗವು ಚಂದ್ರಕಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಮಾಂಡ್ ಹಾಗೂ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲುಗಳೊಡನೆ ಮತ್ತೆ ಸಂಬಂಧನಗೊಳ್ಳುವುದು. ಈಗ ಬಗ್ ವಿಭಾಗದ ನಾವಿಕರು ತಮ್ಮ ಅಮೂಲ್ಯ ಸಂಗ್ರಹಗಳೊಂದಿಗೆ ಪುನಃ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನೊಳಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುವರು.

ಪುನರ್ಮಿಲನಗೊಂಡ ನಾವಿಕತ್ರಯರು ಇನ್ನು ಮುಂದಕ್ಕೆ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ವಾಗುವ ಬಗ್ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಕಮಾಂಡ್ ಮತ್ತು ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲುಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಬಳಿಕ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷ ಹೊಂದಿ ಚಂದ್ರನ ಸೆರೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯೆಡೆಗೆ ಧಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಭೂವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಅವರು ಈ ವೇಳೆಗೆ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಬರಿದಾಗಿರುವ ಸರ್ವಿಸ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನ ನಿರುಪಯುಕ್ತ ಹೊರೆಯನ್ನು ತಾವು ಇರುವ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ವಿಸರ್ಜಿಸಿ ಬಿಡುತ್ತಾರೆ.

ಯಾನದ ಕೊನೆಯ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನಾವಿಕರನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲ್ ವಿಭಾಗವು ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಹನ್ನೊಂದು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಅಧಿಕ ವೇಗದಿಂದ ಭೂವಾತಾವರಣದ ಬಾಹ್ಯವಲಯಗಳನ್ನು ಬೇಧಿಸತೊಡಗುವುದು. ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣಕವಚವು ಈ ಸಂಘರ್ಷದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನ ವಾಗುವ ತೀವ್ರ ಉಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಅಪೊಲೋ ನಾವಿಕರನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸುತ್ತದೆ. ಗಾಳಿಯ ಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ಕಮಾಂಡ್ ಮಾಡ್ಯೂಲಿನ ವೇಗವು ಸಾಕಷ್ಟು ತಗ್ಗಿದ ಮೇಲೆ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಸುಮಾರು ಆರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ವಾಹನದ ಪ್ಯಾರಷೂಟ್ ಸಾಧನಗಳು ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖವಾಗುವುವು. ಈ ಸಾಧನ ಗಳಿಂದ ವಾಹನದ ಭೂಸಾಪೇಕ್ಷವೇಗವು ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆಯಾಗಿ ಅದು ಪೆಸಿಫಿಕ್ ಸಾಗರದ ಒಂದು ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಯಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುವುದು.

ಈ ಯೋಜನೆಯನ್ನು 1970ರೊಳಗಾಗಿ ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರಬೇಕೆಂದು ಅಮೇರಿಕಾದ ನ್ಯಾಸಾ (ನ್ಯಾಷನಲ್ ಏರೊನಾಟಿಕ್ಸ್ ಅಂಡ್ ಸ್ಪೇಸ್ ಅಡ್ಮಿನಿ ಸ್ಟ್ರೇಷನ್) ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಆಲೋಚಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಮಾನವಚಾಂದ್ರಯಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಸೋವಿಯತ್ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸಿರಬಹುದಾದ ಯೋಜನೆಗಳ ವಿವರಗಳು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಕಟವಾಗಿಲ್ಲ. ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 15, 1968ರಂದು ಭೂವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ತುಸು ಮಾತ್ರ ಕಡಮೆ ವೇಗದಿಂದ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಲಾದ ಸಾಂಡ್-೫ ಎಂಬ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ ಮಾನವರಹಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಯು ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 18ರಂದು ಸುಮಾರು 7000

ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರನನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಭೂವ್ಯಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಸಂಚರಿಸಿ ಬಂದಿತು. ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣಕವಚ ಮತ್ತು ಪ್ಯಾರಷೂಟ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಂದ ಸಜ್ಜಿತವಾದ ಈ ನೌಕೆ ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ 21ರಂದು ಸೆಕಂಡಿಗೆ 11 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಅಧಿಕವೇಗದಿಂದ ಭೂವಾತಾವರಣವನ್ನು ಮರು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಗೊತ್ತುಮಾಡಿದ್ದ ಹಿಂದೂಮಹಾಸಾಗರದ ಒಂದು ನಿವೇಶನದಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಇಳಿಯಿತು. ಮಾನವಯಾನಗಳಿಗೆ ಪೂರ್ವಸಿದ್ಧತೆಯಾಗಿರಬಹುದಾದ ಈ ಸಾಧನೆಯಲ್ಲಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕೌಶಲ್ಯ ಹಾಗೂ ರಾಕೆಟ್ ಚಾಲಕವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಅಸದಳ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟತೆ ಮಾನವಚಾಂದ್ರಯಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟವೂ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಷ್ಟೇ ತೀವ್ರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತಾಳಿದೆಯೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿರೂಪವಾಗಿವೆ.

ಶುಕ್ರ ಮತ್ತು ಮಂಗಳ ಗ್ರಹಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು

ಅಂತೂ ಇನ್ನೆರಡು ಮೂರು ವರ್ಷಗಳು ಸಲ್ಲುವುದರೊಳಗಾಗಿ ಮನುಷ್ಯ ಚಂದ್ರ ಮಂಡಳಕ್ಕೆ ತನ್ನ ಮೊದಲನೆಯ ಭೇಟಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುತ್ತಾನೆಂದು ಇಂದು ಎಲ್ಲರೂ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನವು ಅಂತ್ಯಗೊಳ್ಳುವುದರೊಳಗಾಗಿ ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರಗಳೂ ಮಾನವರ ಬದುಕಿನ ಹಲವಾರು ಉದ್ಯಮಗಳೂ ಚಂದ್ರನ ಮಡಿಲಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಆದರೆ ಚಂದ್ರ ಮನುಷ್ಯನ ನೆಲೆವೀಡಾದ ಭೂಮಿಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಆಕಾಶಕಾಯ, ಅಷ್ಟೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ತೀವ್ರ ಆಹ್ವಾನವನ್ನು ನೀಡುವ ಶುಕ್ರ, ಮಂಗಳ ಮುಂತಾದ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಲೋಕಗಳು ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲೇ ಇವೆ. ಕಾಲ ಸರಿದಂತೆ ಗ್ರಹಗಳ ನೇರ ಅಧ್ಯಯನ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿ ಮಾನವ ಬಿಡಾರಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದರಷ್ಟೇ—ಅಥವಾ ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು—ಅಗತ್ಯವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಶತಮಾನವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವ ವೇಳೆಗೆ ಮಾನವನು ಈ ಲೋಕಗಳಿಗೆ ಸಹ ಹಲವಾರು ಅಧ್ಯಯನ ಪ್ರವಾಸಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿರುತ್ತಾನೆಂದು ದೃಢವಾಗಿ ನಂಬಬಹುದು.

ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಆ ನೇರದಲ್ಲಿ ಆತನು ಈಗಾಗಲೇ ಇಟ್ಟಿರುವ ಮೊದಲನೆಯ ಹೆಜ್ಜೆಗಳು ಎಷ್ಟೊಂದು ಅದ್ಭುತವಾಗಿವೆಯೆಂದರೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅವನ್ನು ಗುರುತಿಸದೆ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

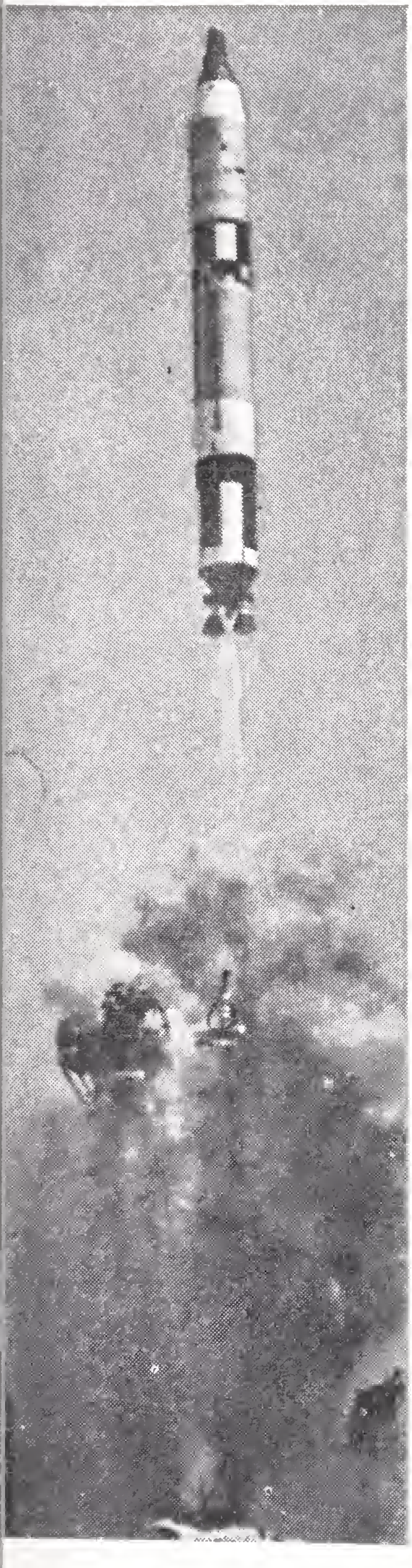
ನವೆಂಬರ್ 28, 1964. ಅಮೆರಿಕಾದ ಕೆನೆಡಿ ಭೂಶಿರದಿಂದ ಗಾಢಾಂತರಿಕ್ಷಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆಯೊಂದನ್ನು ಭಾರಿ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳು ಗಗನಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಎತ್ತಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಿವೆ.

ಜುಲೈ 14, 1965. ಮ್ಯಾರಿನರ್–೪ —ಅದು ಆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ನೌಕೆಯ ಹೆಸರು—ಏಳೂವರೆ ತಿಂಗಳುಗಳ ನಿರಂತರ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಯಾನದ ಬಳಿಕ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಬಳಿ ಆಗಮಿಸಿ ಆ ಗ್ರಹವನ್ನು ಹತ್ತು ಹದಿನೈದು ಸಾವಿರ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತಿದೆ. ಮತ್ತೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವೆಂದರೆ ಈ ದೀರ್ಘ ಅವಧಿಯ ಆಕಾಶಯಾನದ ನಂತರವೂ ವಾಹನದೊಳಗಿನ ಉಪಕರಣಗಳು ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಕೆಡದೆ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿವೆ !

ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಜುಲೈ 14ರಂದು ವಾಹನಕ್ಕೆ ತನ್ನ ದೂರದರ್ಶಕ ಕ್ಯಾಮೆರಾವನ್ನು ಮಂಗಳಗ್ರಹದ ದೃಶ್ಯ ದೊರಕುವವರೆಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ನೋಡುವಂತೆ ಆಜ್ಞೆಯೊಂದನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲಕ ರವಾನಿಸಿದರು. ಆಜ್ಞೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ—ಅಂದರೆ ಸೆಕಂಡಿಗೆ 300,000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಂತೆ—ಚಲಿಸಿ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದ ಮ್ಯಾರಿನರನ್ನು ಮುಟ್ಟಲು 12 ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡಿತು. ಪ್ರತ್ಯುತ್ತರವಾಗಿ ಮ್ಯಾರಿನರ್ ಆ ಆಜ್ಞೆಯನ್ನು ಯಥಾವತ್ತಾಗಿ ಪಾಲಿಸತೊಡಗಿದ ರೇಡಿಯೋ ಸಂದೇಶವೂ ಅಲ್ಲಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬರಲು ಇನ್ನೂ ಹನ್ನೆರಡು ನಿಮಿಷಗಳ ಅವಧಿ ಬೇಕಾಯಿತು . . .

ಹೀಗೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂತಿಮ ಫಲಿತಾಂಶದಲ್ಲಿ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಇಪ್ಪತ್ತೆರಡು ಸಮೀಪದೃಶ್ಯಗಳು ಭೂನಿವಾಸಿಗಳ ಹಸ್ತಗತವಾದವು. ಬೇರೊಂದು ಗ್ರಹದ ಸಮೀಪನೋಟದ ಚಿತ್ರಗಳು ಮಾನವ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ದೊರಕಿದ್ದು ಇದೇ ಮೊದಲನೆಯ ಬಾರಿ. ಈ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಮಂಗಳಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಭೂಮಿಗೂ ನಡುವೆ ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿದ್ದ 240,000,000 ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಸಾಗಿಸಲು ನೇರ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ. ಬದಲು, ದೃಶ್ಯಗಳನ್ನು ಹತ್ತು ಘಂಟೆಗಳಿಗೊಂದರಂತೆ ಅತಿ ಮಂದಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡುವ ವಿಶೇಷ ನಿಯೋಜನೆಯ ರೇಡಿಯೋಫೋಟೋ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದನ್ನು ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು.

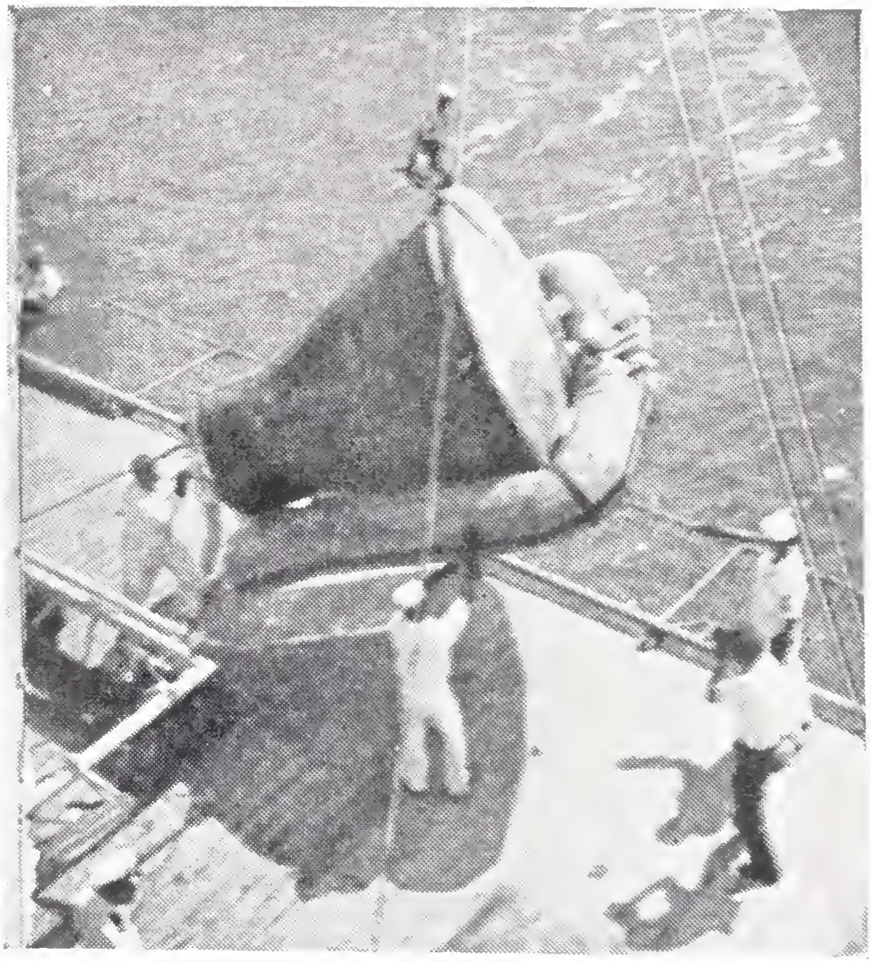
ಮ್ಯಾರಿನರ್ ಕಳುಹಿಸಿದ ಚಿತ್ರಗಳು ಖಗೋಲವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ನಿರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಹಲವು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬುಡಮೇಲು ಮಾಡಿದವು. ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ಹೋಲಬಹುದೆಂಬ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಎಣಿಕೆ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಪ್ಪಾಯಿತು. ಮ್ಯಾರಿನರ್‌ನ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದರೆ ಮಂಗಳಗ್ರಹವು ನಿಜಕ್ಕೂ ಚಂದ್ರನಲ್ಲಿರುವಂತಹ ಮೇಲ್ಮೈಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವಂತಿದೆ. ಆ ಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಣಿ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯಗಳು ಜೀವಿಸುತ್ತಿರಬಹುದೆಂಬ ಅನುಮಾನಕ್ಕೆ ಈ ಚಿತ್ರಗಳಾಗಲೀ ಮ್ಯಾರಿನರ್ ಪ್ರಸಾರ ಮಾಡಿದ ಇತರ ರೇಡಿಯೋ ದತ್ತಾಂಶಗಳಾಗಲೀ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪುರಸ್ಕಾರವನ್ನು ಕೊಡುವಂತೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ.



ವೈಟ್ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್‌ಡಿವಿಟ್ ಕುಳಿತಿರುವ ಜೆಮಿನಿ - 4 ನ್ನು ಹೊತ್ತ ಟಿಟಾನ್ ರಾಕೆಟ್ಟು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತಿರುವುದು. (ಜೂನ್ 3, 1965).



ಸಾಗರದಲ್ಲಿಳಿದ ಜೆಮಿನಿ-4 ರಿಂದ ವೈಟ್ ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಕ್‌ಡಿವಿಟ್ ರವರು ಹೊರಕ್ಕೆ ಬಂದು ರಕ್ಷಕತೆಪ್ಪವನ್ನೇರುತ್ತಿರುವುದು. (ಜೂನ್ 7, 1965).



ಜೆಮಿನಿ-4ನ್ನು " ವಾಸ್ಪ್" ಜಹಜಿನ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವುದು (ಜೂನ್ 7, 1965)



ಅಮೆರಿಕದ ಚಂದ್ರಾನ್ವೇಷಕ ನೌಕೆ ಲೂನಾರ್ ಆರ್ಬಿಟರ್–2 1966ರ ನವೆಂಬರ್ 23 ರಂದು ತೆಗೆದ ಕೊಪರ್ನಿಕಸ್ ಕಂದರದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ. ಈ ಕಂದರವು ಚಂದ್ರನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಮುಖ ದೃಶ್ಯಗಳಲ್ಲೊಂದು.



ಅಮೆರಿಕದ ಮ್ಯಾರಿನರ್–4 ಏಳೂವರೆ ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಿ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದ ಸಮೀಪಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ 1965ರ ಜುಲೈ 14ರಂದು ತೆಗೆದ ಆ ಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈ ಚಿತ್ರ.

ಈಗ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿ ಮಂಗಳ ಗ್ರಹದಿಂದ ಶುಕ್ರ ಗ್ರಹದೆಡೆಗೆ ಹೊರಳುತ್ತದೆ. ದಿನಾಂಕ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 18, 1967. ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟದ ವಿನಿರಾ–೪ ಎಂಬ ಮಾನವರಹಿತ ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕಾವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಅಮೆರಿಕಾದ ಅಪೊಲೋ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವು ಪೂರ್ಣಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಬೇಕಾಗು ವಂತಹ ಘಟನೆಗಳನ್ನು ಶುಕ್ರ ಗ್ರಹದ ವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿ ಜಗತ್ತನ್ನು ವಿಸ್ಮಯಗೊಳಿಸಿದ ದಿನವಿದು. ಒಂದುನೂರ ಇಪ್ಪತ್ತೆಂಟು ದಿವಸಗಳ ಹಿಂದೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ಹೊರಟು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಯಂತ್ರರಹಿತ ಚಲನ ಪಥವೊಂದರಲ್ಲಿ ಸಾಗಿದ ವಿನಿರಾವು ಈ ದಿನ ಸೂಕ್ತ ಪರಿಮಾಣದ ಕೋನದಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ವಾಯುಮಂಡಳವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದೆ. ಅಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣ ಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಗೋಳಾಕಾರದ ಅಂಕಣವೊಂದು ಪ್ರಧಾನ ವಾಹನದಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಗೊಂಡು ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳೂ ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯೆಡೆಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿವೆ. ಹಾಗೆ ಬೀಳುವಾಗ ಈ ವೇಳೆಗೆ ನಿರುಪಯುಕ್ತವಾಗಿರುವ ಪ್ರಧಾನ ವಾಹನವು ವಾಯು ಮಂಡಳದ ಸಂಘರ್ಷದಿಂದ ಸುಟ್ಟು ನಾಶವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಆದರೆ ಉತ್ತಮ ಉಷ್ಣ ಕವಚಗಳಿಂದ ಸಜ್ಜಿತವಾಗಿರುವ ಉಪಕರಣಗಳ ಅಂಕಣವು ಈ ವಿಪತ್ತಿನಿಂದ ಪಾರಾಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಅದರ ಪ್ಯಾರಶೂಟ್‌ಗಳು ಬಿಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಅದು ಮೆಲ್ಲಮೆಲ್ಲಗೆ ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಮೇಲ್ಮೈಯ ಬಳಿಗೆ ಇಳಿಯತೊಡಗಿದೆ . . .

ವಿನಿರಾ–೪ ಭೂಮಿ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರರನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳ ಮೇಲೆ ಈವರೆಗೆ ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಗೊಂಡಿರುವ ಏಕೈಕ ವಾಹನ. ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ಇಳಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಉಪಕರಣಗಳು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಆ ವಾತಾವರಣದ ರಚನೆ, ಸಂಮರ್ದ, ಉಷ್ಣತೆ ಮುಂತಾದ ಅಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಉಪಯುಕ್ತ ಮಾಹಿತಿಗಳನ್ನು ಭೂನಿವಾಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗಳಿಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟವು. ಗ್ರಹದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ನೀರಾವಿ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕಗಳ ಒಟ್ಟು ಪ್ರಮಾಣ ಶೇಕಡಾ ಒಂದೂವರೆ ಭಾಗ ದಷ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಎಂದೂ ಇನ್ನುಳಿದ ಭಾಗವೆಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಬನ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್‌ನಿಂದ ಕೂಡಿದೆಯೆಂದೂ ವಿನಿರಾದ ಉಪಕರಣಗಳು ತಿಳಿಸಿವೆ.

ಶುಕ್ರಗ್ರಹದೊಂದಿಗೆ ಸಮಾಗಮ ಹೊಂದಿ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿರುವ ಇನ್ನೆರಡು ಅಂತರಿಕ್ಷನೌಕೆಗಳೆಂದರೆ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಮ್ಯಾರಿನರ್–೨ (ಸಮಾಗಮದ ದಿನಾಂಕ ಡಿಸೆಂಬರ್ 14, 1962), ಮತ್ತು ಮ್ಯಾರಿನರ್–೫ (ಸಮಾಗಮದ ದಿನಾಂಕ ಅಕ್ಟೋಬರ್ 19, 1967). ಕ್ಷೇಮಾವರೋಹಣಕ್ಕಾಗಿ ಯೋಜಿಸದೆ ಇರುವ ಇವೆರಡು ವಾಹನ ಗಳು ಶುಕ್ರಗ್ರಹವನ್ನು ಶುಕ್ರವಿಮೋಚನವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾದ ವೇಗದಿಂದ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೋದವು. ಹಾಗಾದರೂ ಈ ಯಾನಗಳಿಂದ ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ

ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ದೊರಕಿದ ದತ್ತಾಂಶಗಳು ಖಗೋಲವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಕಾಶ ಸಂಶೋಧನೆ

ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವೇಚಿಸುವಾಗ ಸೋವಿಯತ್ ಒಕ್ಕೂಟ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಹೆಸರುಗಳೇ ಪದೇ ಪದೇ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತಿದ್ದು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇತರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗಿರುವ ಸ್ಥಾನಮಾನಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಳವಳವುಂಟಾಗುವುದು ಸಹಜ.

ಇತರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವಾಹನಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರ, ಶುಕ್ರ, ಮಂಗಳ ಮುಂತಾದ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳಿಗೆ ಕಳುಹಿಸುವಷ್ಟು ಸಂಪದ್ಯುತವಾಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತವಾಗಿರುವ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ದೀರ್ಘ ಪರಂಪರೆಯಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇಂದಿನ ಉನ್ನತ ಸಾಧನೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಕನಸಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿರುತ್ತಿದ್ದವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಅಂತಹ ಪರಂಪರೆ ಹಿಂದಾಗಲೀ ಇಂದಾಗಲೀ ಯಾವುದೊಂದೇ ರಾಷ್ಟ್ರದ ಗುತ್ತಿಗೆಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಗಮನಾರ್ಹ. ಇಂದೂ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ನಿರ್ವಹಣೆಯಲ್ಲಿ ರಷ್ಯ, ಅಮೆರಿಕಾಗಳಲ್ಲದೆ ಫ್ರಾನ್ಸ್, ಜಪಾನ್, ಬ್ರಿಟನ್, ಕೆನಡ, ಜರ್ಮನಿ, ಇಟಲಿ, ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯ, ಪೋಲೆಂಡ್, ಭಾರತ ಮುಂತಾದ ಹಲವಾರು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಗಣನಾರ್ಹ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತಿವೆ. ಮತ್ತು, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಈ 'ದ್ವಿತೀಯ ವರ್ಗ'ದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ತಮ್ಮಲ್ಲಿರುವ ಭೂವ್ಯಾಧಾರಿತ ರೇಡಿಯೋ ಟೆಲೆಸ್ಕೋಪ್, ರೇಡಾರ್ ಮುಂತಾದ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ರಷ್ಯ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಾಗಳು ಹಾರಿಬಿಟ್ಟ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಾಹನಗಳನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಗುರುತು ಹಚ್ಚುತ್ತಿದ್ದು ಆ ವಾಹನಗಳು ಒದಗಿಸುವ ಅಮೂಲ್ಯ ದತ್ತಾಂಶಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಮರ್ಥವಾಗಿವೆ.

ನಿಜಕ್ಕೂ ಬ್ರಿಟನ್, ಫ್ರಾನ್ಸ್, ಕೆನಡ, ಜರ್ಮನಿ ಮತ್ತು ಇಟಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಸ್ವಂತವಾಗಿ ಕಕ್ಷಾರ್ಹ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಸಹ ಯೋಜಿಸಿ ನಿರ್ಮಾಣಮಾಡಿವೆ. ಅಂತಹ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಈ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಪರವಾಗಿ ಅಮೆರಿಕಾ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ನ್ಯಾಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಸತ್ವಯುತ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷಕ್ಕೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿ ಅವುಗಳ ಉಪಯುಕ್ತತೆಯನ್ನು ರುಜುವಾತುಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ದೇಶವು ಇನ್ನೂ ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಮುಂದೆ ಹೋಗಿ ತಾನೇ ಸ್ವಂತವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ತನ್ನ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸ್ವದೇಶಿ ಭೂಉಪಗ್ರಹವನ್ನು 1965ರ ನವೆಂಬರ್ 26ರಂದು ಸಹರಾ ಮರುಭೂಮಿಯಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕಕ್ಷೆಗೆ

ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಉಪಗ್ರಹ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಪ್ರಗತಿ ಪಥದಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದು ಜಪಾನ್, ಚೀನ ಮುಂತಾದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೂ ಇದೇ ಮೇಲ್ಪಂಕ್ತಿಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸತೊಡಗಿವೆ.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಸಲುವಾಗಿ ಭಾರತೀಯ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಶಾಖೆಯ ಅಂಗವಾಗಿ 1962ರಲ್ಲಿ ಇಂಕೋಸ್ಪಾರ್—INCOSPAR (Indian National Committee for Space Research—ಅಂತರಿಕ್ಷ ಶೋಧನೆಯ ಭಾರತ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಮಿತಿ) ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ತೆರೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯು ತಿರುವನಂತಪುರಕ್ಕೆ ಉತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹದಿನಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಥುಂಬ ಎಂಬ ಗ್ರಾಮದ ಬಳಿ ರಾಕೆಟ್ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ಕೇಂದ್ರವೊಂದನ್ನು ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಿತು. ಟೆರ್‌ಲ್ಸ್—TERLS (Thumba Equatorial Rocket Launching Station—ಥುಂಬ ಸಮಭಾಜಕ ರಾಕೆಟ್ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ಕೇಂದ್ರ) ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಈ ರಾಕೆಟ್ ಕೇಂದ್ರವು ಇಂದು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಪ್ರಧಾನ ನಾಭಿ. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿ ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದ ಬಗ್ಗೆ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ಭೂವಾಯುಮಂಡಳದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ತರಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಹಾದು ಹೋಗುವಾಗ ಅಲ್ಲಿಯ ಭೌತಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತನಿಖೆ ನಡೆಸುವ ಪರೀಕ್ಷಕ (sounding) ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಂದ ವಾಯುಮಂಡಳದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಅಪಾರ ಲಾಭವುಂಟು. ಈ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುವ ಇನ್ನೆರಡು ಸಾಧನಗಳೆಂದರೆ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪರೀಕ್ಷಕ ಬೆಲೂನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ವಾಯುಮಂಡಳದ ಬಾಹ್ಯವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸಂಚರಿಸುವ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು. ಬೆಲೂನ್‌ಗಳು ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಮುವ್ವತ್ತು ನಲವತ್ತು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರಕ್ಕೆ ಏರುವುದಿಲ್ಲ. ಉಪಗ್ರಹಗಳಾದರೋ ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ಇನ್ನೂರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ತಗ್ಗಿನ ವಲಯಗಳಿಗೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ ವಾಯುಪ್ರತಿರೋಧದಿಂದ ನಾಶಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವೆರಡು ಪರಿಮಿತಿಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ವಾಯುಸ್ತರಗಳ ನೇರ ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ಪರೀಕ್ಷಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳೇ ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಪಕ ಸಾಧನ.

ಇಂತಹ ಪರೀಕ್ಷಕ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹಾರಿಬಿಡುವ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಪ್ರಪಂಚದ ಅನೇಕ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪನೆಗೊಂಡಿವೆ. ಆದರೆ ಥುಂಬಾದ ರಾಕೆಟ್ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ರಚಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತದ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಕ ರಾಕೆಟ್ ಕೇಂದ್ರಗಳ ತೀವ್ರ ಕೊರತೆಯಿದ್ದಿತು. ನಿಜಕ್ಕೂ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿನ ಆಗುಹೋಗುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅವಲಂಬಿಸಿವೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಯ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು

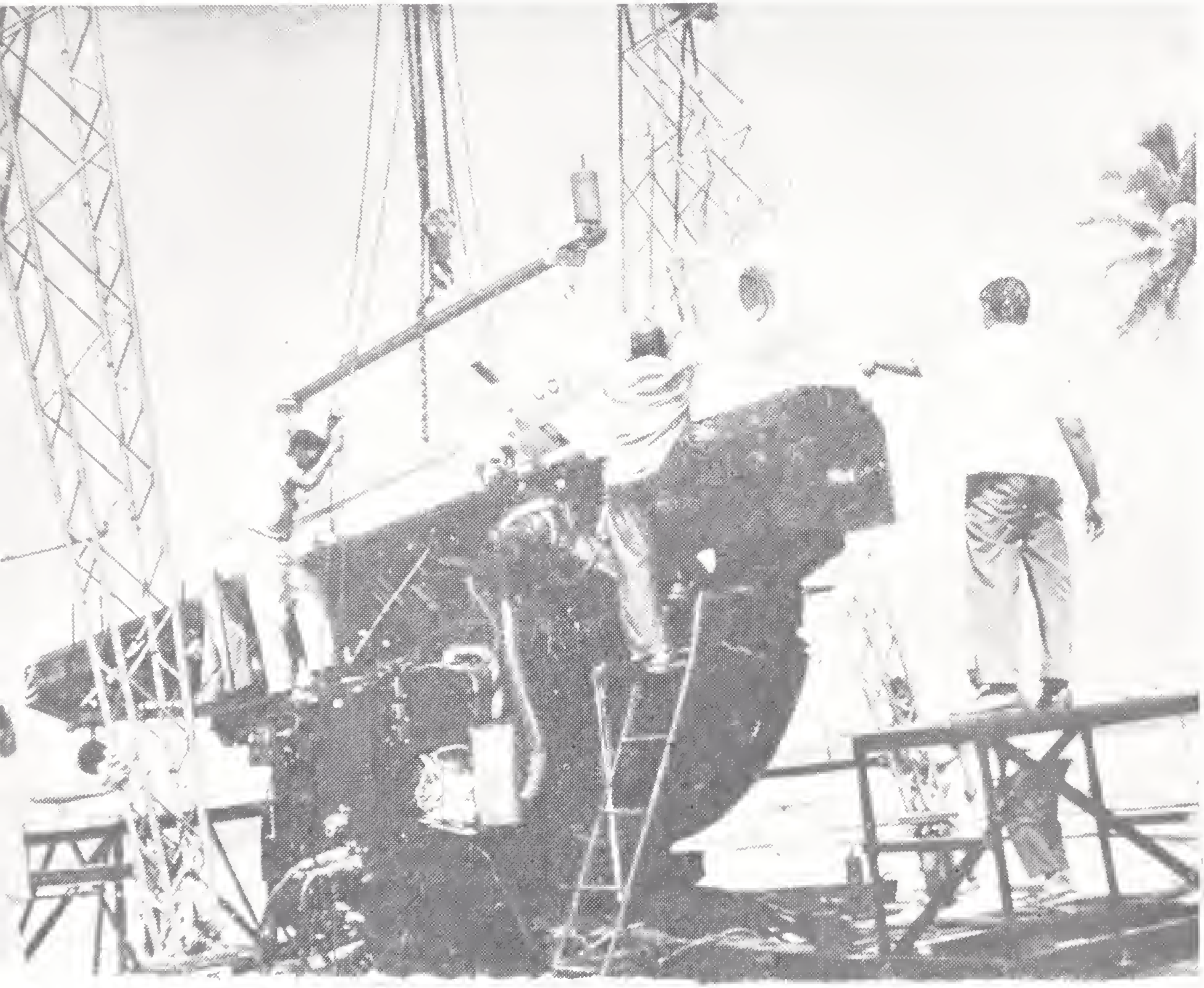
ಪಡೆದಿರುವ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಸಮಭಾಜಕರೇಖೆಯು ತಿರುವನಂತಪುರಕ್ಕೆ ಕೇವಲ ನಲವತ್ತು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಹಾದು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಭೂವಾತಾವರಣದ ಒಗಟುಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಈ ಪ್ರದೇಶದ ಮೇಲಿರುವ ವಾಯುಮಂಡಳದ ವೀಕ್ಷಣೆ ಅತಿಮುಖ್ಯ. ಇಂಕೋಸ್ಪಾರ್ ಸಂಸ್ಥೆಯು ತನ್ನ ರಾಕೆಟ್ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಥುಂಬ ಗ್ರಾಮವನ್ನು ಆಯ್ಕೆಮಾಡಿದ್ದು ಈ ಕಾರಣಗಳಿಗಾಗಿಯೇ.

ಥುಂಬ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಸಲ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸಿದ ನೈಕ್-ಅಪಾಷ್ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಎರಡು ಹಂತಗಳ ರಾಕೆಟ್ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಅಮೆರಿಕಾದ ನ್ಯಾಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿತು. ಅದು ನವೆಂಬರ್ 21, 1963 ರ ಸಂಜೆ ಗಗನಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಹಾರಿ ಭಾರತವನ್ನು ಮೊದಲನೆಯ ಬಾರಿ ಅಂತರಿಕ್ಷಯುಗಕ್ಕೆ ಕರೆದೊಯ್ದಿತು. ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿನ ಚಾಲಕದ್ರವ್ಯಗಳು ಮುಗಿದ ಬಳಿಕ ಭೂಮ್ಯಾಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ರಾಕೆಟ್ ತನ್ನ ವೇಗವನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಭೂಮಿಗೆ ಬೀಳತೊಡಗುವ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಸಜ್ಜುಗೊಳಿಸಿದ್ದ ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹವನ್ನು ಆವಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ವಾಯುಮಂಡಳಕ್ಕೆ ಹೊರಗೆಡಹಲಾಯಿತು. ಭೂಮೇಲ್ಮೈಯಿಂದ ನೂರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಮೋಡದಂತೆ ಹರಡಿಕೊಂಡು ಸಂಧ್ಯಾಕಾಲದ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳನ್ನು ಚದುರಿಸಿ ಗೋಚರಕ್ಕೆ ಬಂದ ಆ ಆವಿಯ ರಾಶಿಯನ್ನು ಥುಂಬದಿಂದ ನೂರಾರು ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದ ಜನರು ಆ ಸಂಜೆ ನೋಡಿ ವಿಸ್ಮಯಗೊಂಡರು.[26] ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಆ ಮೋಡದ ಅನುಕ್ರಮ ಫೋಟೋಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ಗುರುತಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ 100–150 ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ರೂಪಗೊಂಡಿದ್ದ ವಾಯುಚಲನೆಯ ನಮೂನೆಗಳ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟ ಚಿತ್ರಣ ದೊರಕಿತು.

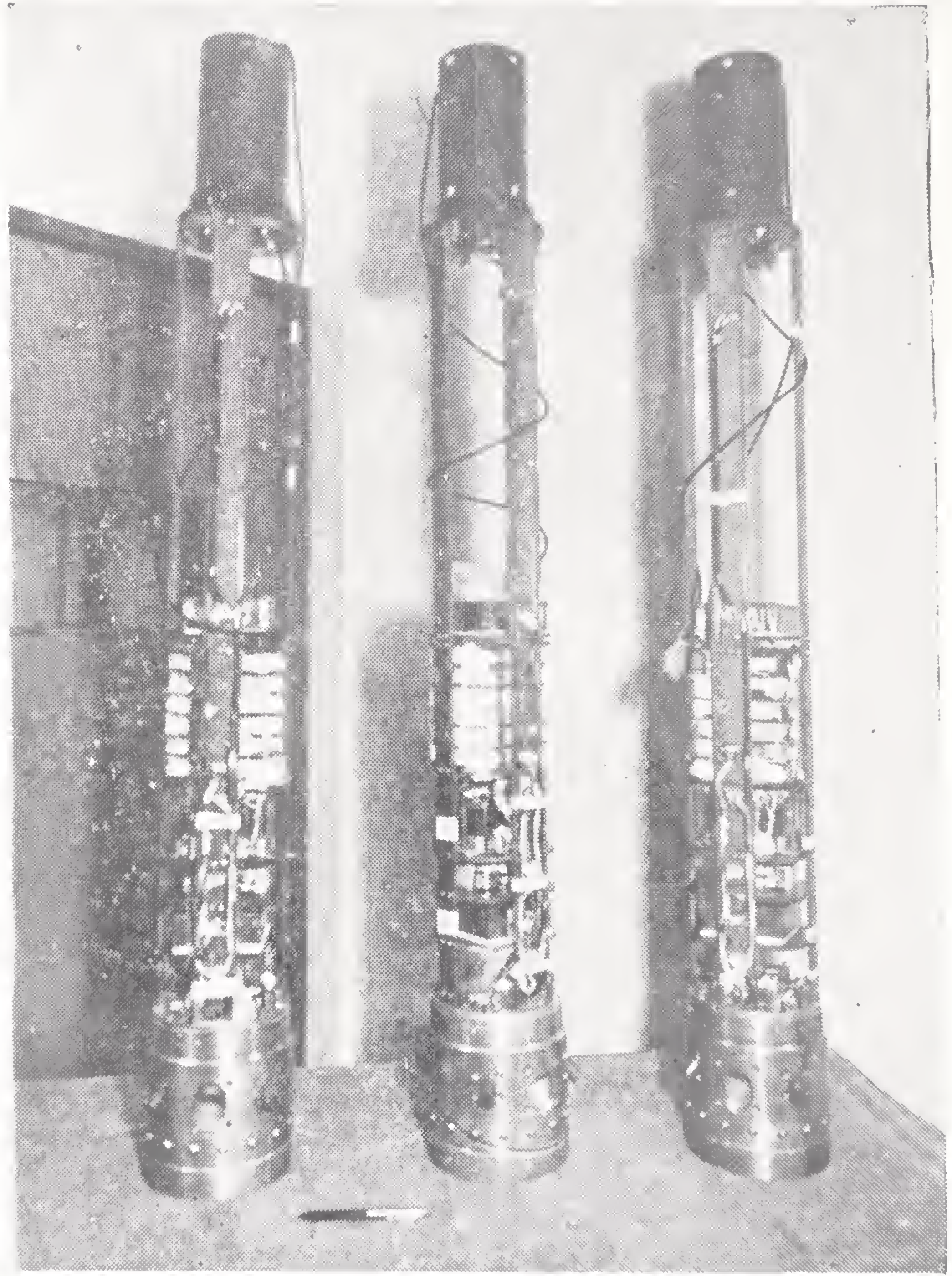
ಅಲ್ಲಿಂದೀಚೆಗೆ ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಐವತ್ತು ಅರವತ್ತು ರಾಕೆಟ್ ವಾಹನಗಳು ಥುಂಬ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಹಾರಿವೆ. ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಆವಿಯನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಉಪಕರಣವಷ್ಟನ್ನೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜಟಿಲತೆಯುಳ್ಳ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಪವನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಭೂಮಿಯ ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನು

---

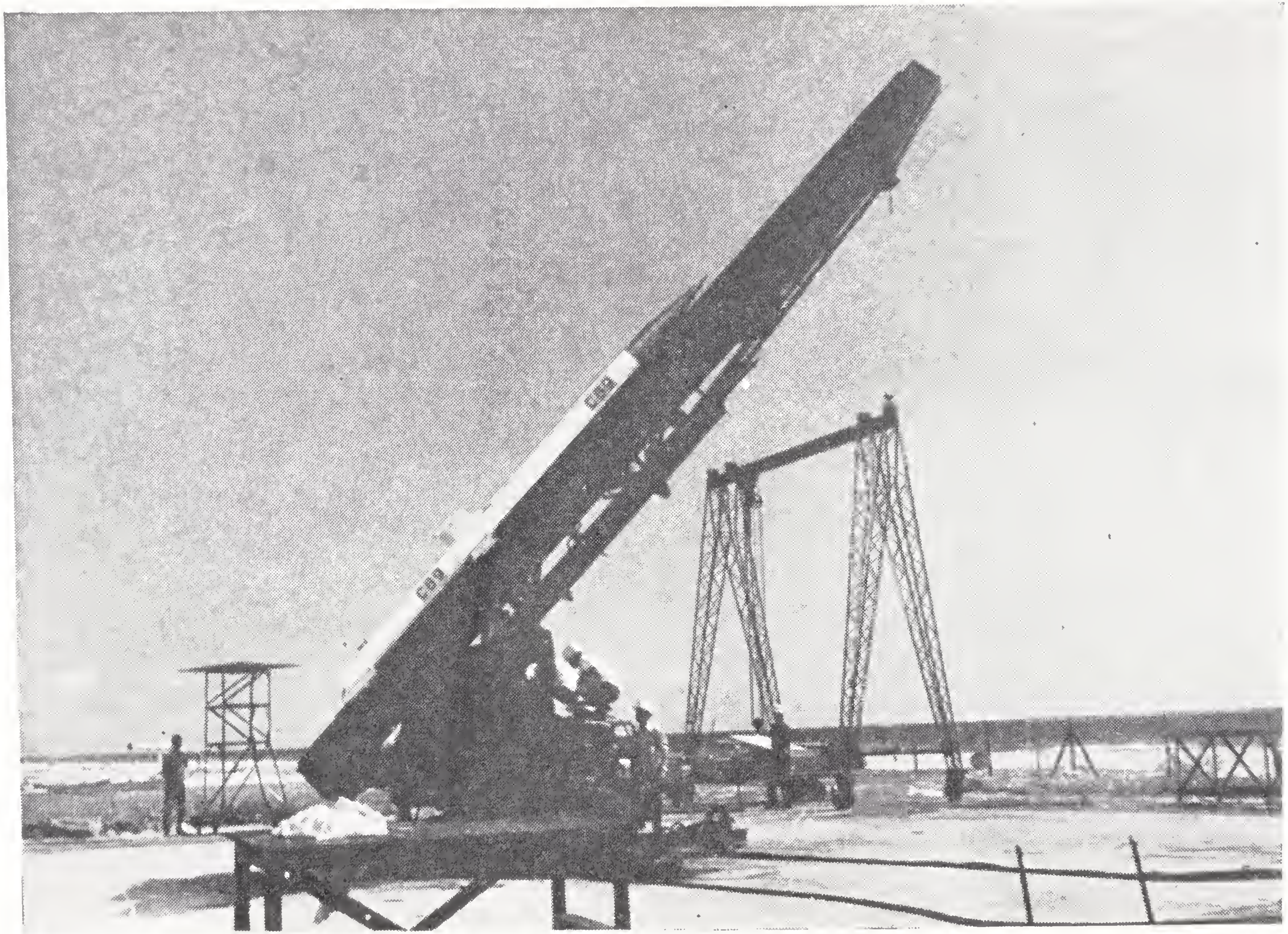
26 ಪ್ರಸಕ್ತ ಲೇಖನದ ಬರಹಗಾರನಿಗೆ ಆ ಸಂಜೆಯ ಸೋಡಿಯಂ ಮೋಡವನ್ನು ಮೈಸೂರಿನ ಬಳಿ ಇರುವ ಚಾಮರಾಜನಗರದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.



ಸೆಂಟಾರ್ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸುತ್ತಿರುವುದು



ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ ಜೋಡಿಸಿದ ಕೆಲವು ಪಾವತಿ ಹೊರೆಗಳು



ಸೆಂಟಾರ್ ರಾಕೆಟ್ಟನ್ನು ಎತ್ತಿ ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತಿರುವುದು



ಸೆಂಟಾರ್ ರಾಕೆಟ್ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತಿರುವುದು



ನೈಕ್ ಅಪಾಷ್ ರಾಕೆಟ್ಟು ಹಾರಲು ಸಿದ್ಧವಾಗಿ ನಿಂತಿರುವುದು



ನೈಕ್ ಅಪಾಷ್ ರಾಕೆಟ್ಟು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತಿರುವುದು

ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಎತ್ತರದ ವಾಯುಮಂಡಳದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರವಾಹದರಗಳನ್ನು ಅಳತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

1965 ರ ಡಿಸೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಥುಂಬ ರಾಕೆಟ್ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ಮನ್ನಣೆ ದೊರಕಿ ಇಲ್ಲಿಯ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ಅಧಿಕೃತವಾಗಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಬಳಕೆಗೆ ಪಾತ್ರವಾದವು. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಭಾರತ, ರಷ್ಯ, ಅಮೆರಿಕಾ, ಫ್ರಾನ್ಸ್, ಜಪಾನ್ ಮುಂತಾದ ಭಿನ್ನ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಒಟ್ಟೊಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಶೋಧನ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿರುವ ಏಕೈಕ ಕೇಂದ್ರ, ಥುಂಬ. ಈ ಅಪೂರ್ವ ಲಕ್ಷಣದ ಥುಂಬ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ರಾಕೆಟ್ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಣ ಸೌಲಭ್ಯವನ್ನು ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಗೆ ನಿವೇದಿಸುವ ವಿಧ್ಯುಕ್ತ ಸಮಾರಂಭವೊಂದನ್ನು ಭಾರತದ ಪ್ರಧಾನಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಇಂದಿರಾಗಾಂಧಿ ಅವರು ಫೆಬ್ರವರಿ 2, 1968 ರಂದು ನೆರವೇರಿಸಿದರು.

ಭಾರತದಿಂದ ಉಪಗ್ರಹಗಳನ್ನು ಕಕ್ಷೆಗೆ ಪ್ರಕ್ಷೇಪಿಸುವ ಕೇಂದ್ರವೊಂದನ್ನು ಸಹ ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಪೂರ್ವತೀರದ ಬಳಿ ಸಂಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗುವುದು. ಐದು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಅಲ್ಲಿಂದ ತನ್ನ ಮೊದಲನೆಯ ಭೂಉಪಗ್ರಹವನ್ನು ಹಾರಿಬಿಡುವ ನಿರೀಕ್ಷೆಯಿದೆ. ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಆಧುನಿಕ ಸಂಪರ್ಕಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ದೇಶಾದ್ಯಂತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಭೂಉಪಗ್ರಹಗಳು ಕೇಂದ್ರೀಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲಿವೆ.

ಅಂತರಿಕ್ಷವಿಜ್ಞಾನ ಯಾವೊಂದು ರಾಷ್ಟ್ರದ ವೈಯುಕ್ತಿಕ ಸ್ವತ್ತೂ ಅಲ್ಲ. ಅನತಿ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಅದರ ಅದ್ಭುತ ಸಾಧನೆಗಳ ಫಲ ಇಡೀ ವಿಶ್ವದ ಜನತೆಯ ಕೈಗಳಿಗೆ ಎಟುಕುವಂತಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ.

ಅಂತರಿಕ್ಷಯುಗದ ಸಂದೇಶ

ಸಹಸ್ರಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಕಲ್ಪನಾಶೀಲ ಕವಿಯ ಹಾಗೂ ಅಪ್ರಾಪಂಚಿಕ ಖಗೋಲಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನ ಕನಸಿನ ಸಾಮ್ರಾಜ್ಯವೆಂದು ಜನರು ಬಗೆದಿದ್ದ ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ೧೯೫೭ರ ಶರತ್ಕಾಲದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಎಂಬತ್ತು ಕಿಲೋ ತೂಕದ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಯಂತ್ರವ್ಯವಸ್ಥೆಯೊಂದು ಹಠಾತ್ತನೆ ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡು ಭೂನಿವಾಸಿಗಳ ಬದುಕಿನಲ್ಲೊಂದು ಗಾಢ ವಿಪ್ಲವವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿತು. ಒಂದೇ ಒಂದು ದಶಕದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಈ ವಿಪ್ಲವದ ತರಂಗಗಳು ಜನರ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಮನೋವ್ಯಾಪಾರಗಳ ಆಯಕಟ್ಟನ್ನು ಶಿಥಿಲಗೊಳಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗೊಂದು ಹೊಸ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ನೀಡಿವೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಮಾನವ ಜನಾಂಗದಲ್ಲಿ ಬುಡಕಟ್ಟು, ಧಾರ್ಮಿಕ ಶ್ರದ್ಧೆ, ರಾಷ್ಟ್ರೀಯತೆ, ಮುಂತಾದ ರೂಢಿಯ ಆಧಾರಗಳ ಮೇಲೆ ಕಲ್ಪಿತವಾಗಿರುವ

ಒಳ ಪಂಗಡಗಳು ಹಿಂದೆಂದೂ ಇಲ್ಲದಷ್ಟು ಅರ್ಥಶೂನ್ಯವಾಗಿ ಇಂದು ಕಾಣಿಸ ತೊಡಗಿವೆ.

ಎಷ್ಟು ಅಗಾಧವಾದ ಆಂದೋಳನವೇ ಆಗಲೀ, ಅದರಿದುರಿನಲ್ಲಿ ಸಹಸ್ರಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ನೆಲೆಯಾಗಿರುವ ಭಾವನೆಗಳು ಒಮ್ಮೆಗೇ ಕುಸಿದು ಬೀಳುವುದು ಅಸಂಭವ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಇಂದಿನ ಮಹಾವಿಪ್ಲವದ ಸಂದೇಶದಿಂದ ಪ್ರಭಾವಿತ ವಾಗದೇ ಉಳಿದುಕೊಂಡಿರುವ ಯುದ್ಧಾಸಕ್ತ ಬಲಗಳು ಸಹ ನಿಷ್ಠೆಯಿಂದ ಅಂತರಿಕ್ಷ ದೇವತೆಯ ಆರಾಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿ ಅದರಿಂದ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಸಿದ್ಧಿಯಾಗ ಬಹುದೆಂಬ ಎಣಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಹೀಗಿರುವಾಗ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಯುಗದ ವಿಶ್ವೈಕ್ಯತೆಯ ಸಂದೇಶದೊಡನೆ ಪಾಶವೀ ಯುದ್ಧೋದ್ಯಮ ಯೋಜನೆಗಳ ಸಂಘರ್ಷಣೆ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಲು ಶಕ್ಯವಿದೆ. ಆದರೆ ಅಂತಿಮ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸಂಘರ್ಷ ಮಾನವಕೋಟಿಯ ಮನೋ ವ್ಯಾಪಾರಗಳ ಒಂದು ಮುಖವಲ್ಲದೆ ಬೇರೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಮಾನಸಿಕ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಭಾವನೆಗಳ ಅರ್ಥವೇ ಅವುಗಳ ಪ್ರಾಣವೂ. ಎಂತಲೇ ಇಲ್ಲಿ ಅಂತರಿಕ್ಷ ವಿಪ್ಲವದ ಬೃಹದ್ವಿಜಯ ನಿಸ್ಸಂದೇಹವೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಅದು ತನ್ನ ವೈರಿಯನ್ನು ಅನಿರೀಕ್ಷಿತವಾದ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅರ್ಥವಿಹೀನವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ನಿರ್ನಾಮಗೊಳಿಸಬಲ್ಲದು.

ಇಂದಿನ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಶೋಧನೆ 'ಲೌಕಿಕ' ಮತ್ತು 'ಅಲೌಕಿಕ'ವೆಂಬ ವಾಡಿಕೆಯ ವರ್ಣನೆಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ಭಿನ್ನ ಮೌಲ್ಯಗಳ ಸಂಗಮ ಸ್ಥಾನವಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಸಂಗಮದಲ್ಲಿ ಮೂಲ ಮೌಲ್ಯಾಂಶಗಳ ಅನ್ಯೋನ್ಯ ವಿನಿಮಯದಿಂದ ಹೊಸ ಮೌಲ್ಯಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಅಲೌಕಿಕವಾಗಿದ್ದುದು ವಾಸ್ತವಿಕವೂ ಲೌಕಿಕವಾಗಿ ದ್ದುದು ನಿಸ್ಸಾರವಾಗಿಯೂ ಪರಿಣಮಿಸಬಹುದು.

ಮಾನವನ ಕಲ್ಪನಾ ಮನೋವೃತ್ತಿಯೊಂದೇ ವಿಹರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಆತನಿಂದ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಿರುವ ಮೂರ್ತಯಂತ್ರಗಳು ಕಾಲಿಟ್ಟಿವೆ. ಆದರೆ....

ಈ ಯಂತ್ರಗಳು ಮುಂದೆ ಎಂದಾದರೂ ಆತನನ್ನು ಬೇರೊಂದು ಲೋಕದಲ್ಲಿ ತನ್ನಂತೆಯೇ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಜೀವಿಗಳ ಬಳಿ ಕರೆದೊಯ್ಯುವುವೇ?

ಅಥವಾ, ವಿಲೋಮವಾಗಿ, ಇವಕ್ಕೆ ಅನುರೂಪವಾದ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೊಂದು ಲೋಕದ ಬುದ್ಧಿಜೀವಿಗಳು ಎಂದಾದರೊಂದು ದಿನ ಮಾನವನನ್ನು ಸಂದರ್ಶಿಸಲು ಭೂಲೋಕಕ್ಕೆ ಆಗಮಿಸಬಹುದೇ?

ಜವಾಬ್ದಾರಿಯುತ ಕಲ್ಪನಾಮನೋವೃತ್ತಿಗೆ ಅಂತರಿಕ್ಷ ಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಇಂದಿಗೂ ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ ಹಿರಿಯ ಸ್ಥಾನವುಂಟೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಕೆರಳಿಸುವ ಈ ಬಗೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿವೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಎಂದೆಂದಿಗೂ ಮಾನ್ಯತೆಯುಂಟೇ ಉಂಟು. ಕ್ರಮ ಬದ್ಧ ಕಲ್ಪನೆಯೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಮೂಲಾಧಾರ.

ಎನ್. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿ

ವಾಯುಯಾನ

ಬ್ರಾಹ್ಮಣರ ಮನೆಯ ಹಸುವೆಂದರೆ ಅದು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅಗ್ಗದ ತಿಂಡಿ ತಿನಿಸುಗಳನ್ನು ತಿಂದು ಸಮೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ಹಾಲು ಕೊಡಬೇಕಂತೆ, ಚೆನ್ನಾಗಿ ಸಗಣಿ ಹಾಕಬೇಕಂತೆ ಮತ್ತು ಒದೆಯದೆ, ಹಾಯದೆ, ಸಾಧುವಾಗಿರಬೇಕಂತೆ! ಇಂದಿನ ವಾಯುಯಾನದಲ್ಲಿ ನಾವು ವಿಮಾನಗಳಿಂದ ಇಂತಹುದೇ ಪರಸ್ಪರ ವಿರೋಧಾತ್ಮಕವಾದ ಗುಣಗಳನ್ನು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತೇವೆ. ನಮ್ಮ ವಿಮಾನ ಎಂತಹುದಿರಬೇಕು ? ಅದು ಅತಿ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸಬೇಕು, ಅತ್ಯಲ್ಪ ಇಂಧನವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು, ಬಹು ಹಗುರವಾಗಿದ್ದು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಭಾರವನ್ನು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರಗಳಿಗೆ ಒಯ್ಯಬೇಕು. ಇಷ್ಟೆಲ್ಲ ಆದಮೇಲೆ ಅದು ಕ್ಷೇಮಕರವಾಗಿರಬೇಕು, ಸರಳವಾದ ವಾಯುನಿಲ್ದಾಣವನ್ನೇ ಬಳಸಬೇಕು; ಅಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ಇಳಿಯುವುದೂ ಏರುವುದೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಬೇಕು. ಇಂತಹ ವಿಮಾನಗಳನ್ನೇ ನಾವು ಬಯಸುವುದು.

ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ (ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗ), ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ (ಶಬ್ದಕ್ಕಿಂತ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗ), STOL (Short Take off and Landing), ಎಂದರೆ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಏರುವುದು ಮತ್ತು ಇಳಿಯುವುದು, VTOL (Vertical Take off and Landing), ಎಂದರೆ ನೇರವಾಗಿ ಏರುವುದು ಮತ್ತು ಇಳಿಯುವುದು, ಇವು ಇಂದಿನ ವಾಯುಯಾನದ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಮಂತ್ರಗಳು.

ಇಂತಹ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದೇ ವಾಯುಯಾನದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ (Research and Development-R & D) ಕಾರ್ಯಕರ್ತರ ಗುರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಗುರಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವುದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಿನ ಯಶಸ್ಸನ್ನೂ ಗಳಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಊಹಿಸಲಸಾಧ್ಯವಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಂಪತ್ತನ್ನು ತೊಡಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಒಂದು ವಿಮಾನದ ಮುಮ್ಮಾದರಿಯು ಹೊರಬೀಳುವುದಕ್ಕೆ ೩,೫೦೦ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿಗಳ ಖರ್ಚಾಗಬಹುದು!

ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಇಂದಿನ ನಡೆ ಹೇಗೆ ಯಾವ ದಾರಿಯಿಂದ ಬೆಳೆದುಬಂದಿದೆ ಎಂಬ ಚಾರಿತ್ರಿಕ ದೃಷ್ಟಿಗಿಂತ, ಇಂದಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಯಾವ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದಿದೆ,

ಮುಂದಿನ ವಾಯುಯಾನದ ರೂಪರೇಖೆಗಳು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದು-ಎಂಬ ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಕ್ಷೇತ್ರ ಬಹು ವಿಸ್ತಾರವಾದುದು, ಅತಿವೇಗವಾಗಿ ಹರಡುತ್ತಿರುವುದೂ ಹೌದು. ಎರಡನೇ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಅಂತಿಮ ಸೋಲುಗೆಲವುಗಳ ನಿರ್ಣಯ ಎರಡು ಸೈನ್ಯಬಲಗಳ ವಿಮಾನಶಕ್ತಿಯನ್ನೇ ಅವಲಂಬಿಸಿತೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಯುದ್ಧಾನಂತರ ಶಾಂತಿಕಾಲ ದಲ್ಲೂ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲೂ ಮೇಲುಗೈಯನ್ನು ಹೊಂದಬೇಕೆಂಬ ಆಶೆಯಿಂದ ರಷ್ಯಾ ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಗಳು ತಮ್ಮ ವಾಯುಬಲಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುತ್ತಿವೆ. ಈ ಮಹಾ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಇಂದು ಉಳಿದ ದೇಶಗಳನ್ನು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಹಿಂದೆ ಹಾಕಿವೆ. ಹಿಂದೆ ವಾಣಿಜ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗಾಗಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿತವಾದ ವಿಮಾನಗಳು ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದಿ ಹೇಗೆ ಯುದ್ಧವಿಮಾನಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾದುವೋ, ಹಾಗೆಯೇ ಯುದ್ಧ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿತವಾದ ವಿಮಾನಗಳ ನಾಗರಿಕ ಮಾದರಿ ಗಳು ಇಂದು ವಾಣಿಜ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆವಿರ್ಭವಿಸಿ ಒಂದು ವಾಣಿಜ್ಯ ಯುದ್ಧವನ್ನೇ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿವೆ. ಈ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಮಿತ್ರರಾಷ್ಟ್ರಗಳೇ ಪೈಪೋಟಿ ನಡೆಸಿವೆ, ಅಪಾರ ವಾದ ಸಂಪತ್ತನ್ನು ಈ ಉದ್ಯಮದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿಸಿವೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮ : ವಿಪುಲ ವಾದ ತಾಂತ್ರಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆ.

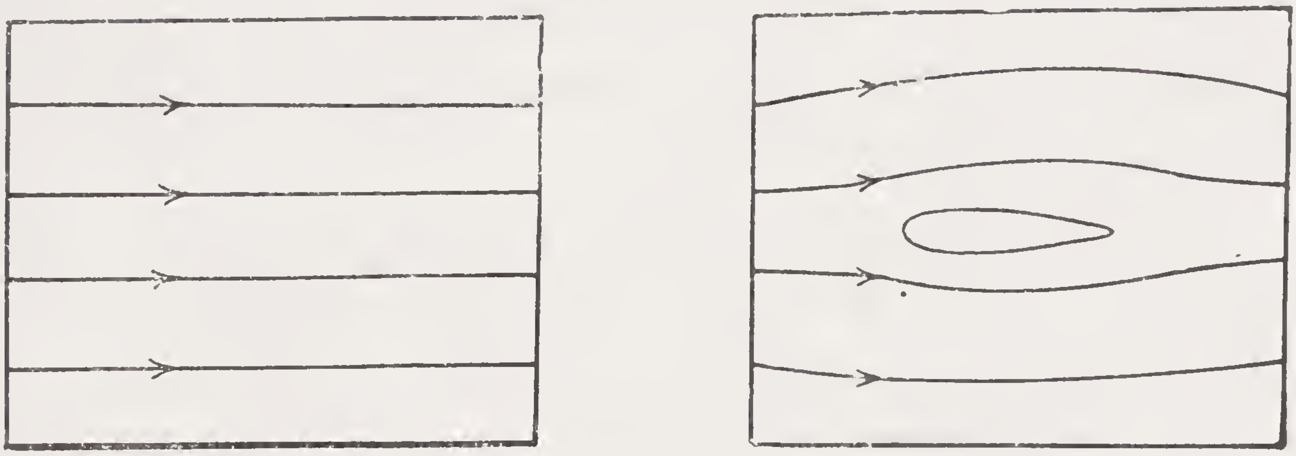
ಈ ಲೇಖನದ ಅವಕಾಶ ಸೀಮಿತವಾದುದು, ಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಸ್ತಾರವಾದುದು. ಆದುದರಿಂದ ವಾಯುಯಾನದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಜರುಗುತ್ತಿರುವ ಕೆಲವು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ವಾದ, "ಬಿಸಿಬಿಸಿಯಾದ" ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ಅವುಗಳ ಪರಿಚಯ ವನ್ನು ಜನಪ್ರಿಯವಾದ, ಸರಳವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಡಲು ಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ಮೂಲ ವಿಷಯಗಳು

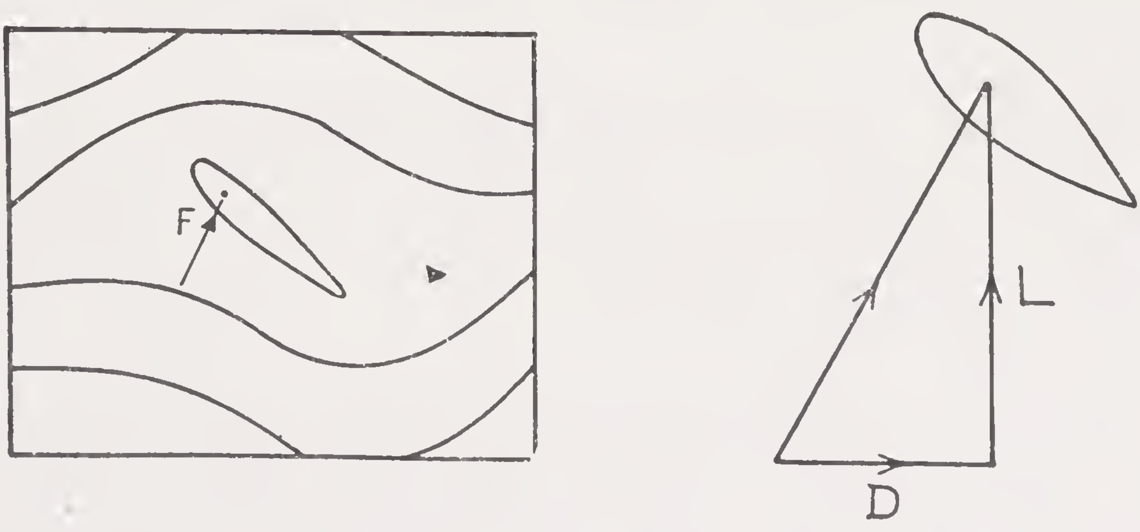
ಮೊದಲು ಕೆಲವು ಮೂಲ ವಿಷಯಗಳ ಪರಿಚಯ.

ಉತ್ತೋಲನ ಮತ್ತು ಎಳೆತ : ವಿಮಾನಗಳನ್ನುರೂಪಿಸಿ, ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ನಿರ್ಮಿ ಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವಾಯುಫಲಕ(aerofoil)ಗಳು ಬಹು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿ ಯಾಗಿವೆ. ಕಾಲ್ಪನಿಕವಾಗಿ ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಯನ್ನು ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಮೇಲಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಕತ್ತರಿಸಿ ತೆಗೆದ ತೆಳುಭಾಗವನ್ನು ವಾಯುಫಲಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ವಾಯು ಫಲಕವನ್ನುಉಪಯೋಗಿಸಿ, ನಿರ್ಮಿತವಾಗಬೇಕಾದ ವಿಮಾನದ ಕೆಲವು ಗುಣ ಗಳನ್ನು ಗಣಿತದಿಂದಲೂ ಗಾಳಿ ಸುರಂಗ(wind tunnel)ದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಲೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ವಿಮಾನವು ನಿಂತಿರುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಹಾರುತ್ತದೆಯೋ ಅದನ್ನು ಅನುಕರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಮಾನದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ, ಅದಕ್ಕೆ ಎದುರಾಗಿ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಹರಿಯಲು ಬಿಟ್ಟು ಅದರ ನಡತೆ ಹೇಗಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನು

ಅಳೆಯಲು ಮಾಡಿರುವ ಒಂದು ಸಾಧನ, ಗಾಳಿ ಸುರಂಗ. ಗಾಳಿಯನ್ನು ವೇಗವಾಗಿ ಹರಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಈ ಸುರಂಗದಲ್ಲಿ ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಕೆಳಗಿನ ಎರಡು ಚಿತ್ರಗಳಪೈಕಿ ಎಡಗಡೆಯದರಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹವು ಸಮಾನಾಂತರ ವಾಗಿ, ಸಮವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದೆ. ಬಲಗಡೆಯದರಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ವೇಗಕ್ಕೆ



ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವ ಹಾಗೆ ವಾಯುಫಲಕವನ್ನು ಇರಿಸಿದೆ. ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹ ವಾಯುಫಲಕದ ಮೇಲೆಯೂ ಕೆಳಗೂ ಒಂದೇ ವಿಧವಾಗಿಹರಿಯುವುದ ರಿಂದ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹದ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಕೆಳಗಿನ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಏರು ಪೇರುಗಳೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ: ವಾಯುಫಲಕವನ್ನು ಮೇಲೆ ಅಥವ ಕೆಳಗೆ ದೂಡುವ ಯಾವ ಬಲ(force)ಗಳೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಾಯು ಫಲಕವು ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಇದಿರಾದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಎಳೆಯುವ ಬಲ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಎಳೆತ(drag)ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈಗ ವಾಯುಫಲಕವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ತಿರುಗಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಹರಿಯುವ ಗಾಳಿಯ



ಪ್ರವಾಹದ ಶಾಖೆ ಕೆಳಗಿನ ಶಾಖೆಗಿಂತ ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ ದೂರವನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಿದಾಗಲೇ ಮೂಲಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಶಾಖೆಗಳ ವೇಗ, ಒತ್ತಡಗಳು

ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತವೆ. ಮೇಲಿರುವುದಕ್ಕಿಂತ ರೆಕ್ಕೆಯ ಕೆಳಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡ ಏರ್ಪಟ್ಟು, ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಾಯುಫಲಕದ ಮೇಲೆ F ಎಂಬ ಬಲಪ್ರಯೋಗ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಲವನ್ನು ಗಾಳಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ವಿಭಜಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಅದರ ಎರಡು ಉಪಭಾಗ(components) ಗಳನ್ನು ಗಾಳಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಡ್ರ್ಯಾಗ್ (drag) ಅಥವಾ ಎಳೆತ (D) ಎಂದೂ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಲಿಫ್ಟ್ (lift) ಅಥವಾ ಉತ್ತೋಲನ (L) ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ವಿಮಾನವು ಹಾರಲು ಕಾರಣ ಉತ್ತೋಲನ ಬಲವು ಅದನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿಯುವುದೇ ಆಗಿದೆ.

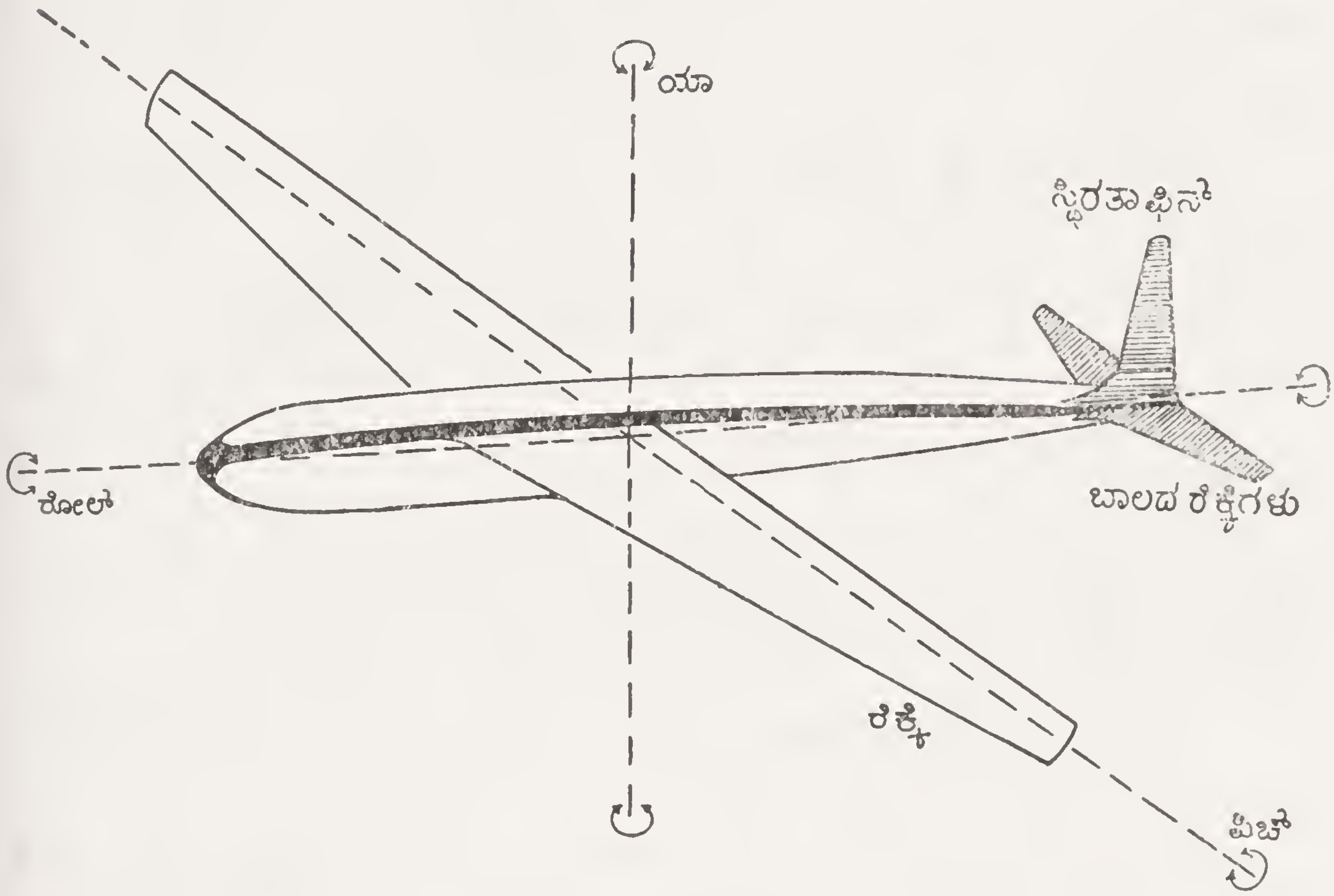
ವಿಮಾನವು ಎಂಜಿನ್ನಿನಿಂದ ಮುಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಸುತ್ತಲಿನ ಗಾಳಿಗೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಮುಖ್ಯ ವಾಗಿ ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಯಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. F ಎಂಬ ಈ ಬಲದ ಉಪಭಾಗಗಳು ವಿಮಾನದ ವೇಗದ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ D ಎಂಬು ದಾಗಿಯೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ L ಎಂಬುದಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. D (ಎಳೆತ) ಬಲವು ವಿಮಾನದ ವೇಗವನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. L (ಉತ್ತೋಲನ) ಬಲವು ವಿಮಾನವನ್ನು ನೆಲದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ನೂಕು (thrust) ಬಲವು D ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ವಿಮಾನವು ಚಲಿಸುವುದು.

ವಾಯುನೌಕೆ (airship) ಗಳಲ್ಲಿಯಾದರೋ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುವ ಹಗುರವಾದ ಅನಿಲಗಳೇ ಉತ್ತೋಲನ ಬಲವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ವಾಯು ನೌಕೆ ಚಲಿಸದಿದ್ದಾಗಲೂ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲಬಲ್ಲದು. ವಿಮಾನವು ಹಾಗೆ ನಿಂತಲ್ಲಿ ಉತ್ತೋಲನ ಬಲವು ಶೂನ್ಯವಾಗುವುದರಿಂದ ವಿಮಾನವು ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಅದರ ರೋಟರ್ (ಗಿರಿಗಿಟ್ಟಿ) ಉತ್ತೋಲನ ಬಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿಮಾನದ ಸ್ಥಿರತೆ (stability) ಯನ್ನು ಪಲ್ಲಟಮಾಡಿ ವಿಮಾನವು ಯದ್ವಾ ತದ್ವಾ ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಮೂರು ವಿಧವಾದ ಬಲಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಈ ವಿಧವಾದ ಬಲಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ವಿಮಾನದ ಕಟ್ಟಡದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ಭಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ವಿಮಾನದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ (ಮೂಗಿನಿಂದ ಬಾಲದವರೆಗೂ) ಇರುವ ಮಧ್ಯದ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ವಿಮಾನ ಸುತ್ತುವ ಚಲನೆಯನ್ನು ರೋಲ್ (roll) ಅಥವಾ ಹೊರಳುವಿಕೆ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಎರಡೂ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿದ್ದು ಕೊಂಡು ರೋಲ್‌ಗಳಿಂದುಂಟಾಗಬಹುದಾದ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುತ್ತವೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ವಿಮಾನ ಹೊರಳಲು ಹೊರಟರೆ ಆಗ ರೆಕ್ಕೆಯ ವಿಶಾಲವಾದ ಮೇಲ್ಮೈ

ಗಾಳಿಯ ಖಂಡಗಳನ್ನು ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಕೆಳಕ್ಕೂ ತಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ರೋಲ್ ಬಲಕ್ಕೆ ಹೀಗೆ ದೊಡ್ಡ ಗಾಳಿಯ ಖಂಡಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚುದೂರ ತಳ್ಳಲು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿ ಉಡುಗಿಹೋಗುತ್ತದೆ; ವಿಮಾನ ಸ್ಥಿರವಾಗಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ.



ರೋಲ್, ಯಾ ಮತ್ತು ಪಿಚ್

ಪಿಚ್ (pitch) ಎಂಬುದು ವಿಮಾನದ ಬಾಲ ಅಥವಾ ಮೂತಿಯನ್ನು ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಕೆಳಗೆ ತಳ್ಳುವ ಚಲನೆ. ಈ ಕುಲುಕುವಿಕೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಲು ವಿಮಾನದ ಬಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಡೂಕಡೆ ಸಣ್ಣ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಪಿಚ್ ಬಲಗಳನ್ನು ಈ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಎದುರಿಸುತ್ತವೆ.

ಯಾ (yaw) ಎಂಬುದು ಊರ್ಧ್ವ ಮುಖವಾದ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ವಿಮಾನವು ಬುಗುರಿಯಂತೆ ತಿರುಗುವ ಚಲನೆ. ಇದನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಲು ವಿಮಾನದ ಬಾಲದ ಮೇಲೆ ಊರ್ಧ್ವ ಮುಖವಾದ ಸ್ಥಿರತಾಫಿನ್ ಅಳವಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ವಿಮಾನವು ಹಾರುವ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೂ ಬಾಲದ ಫಿನ್ ಮತ್ತು ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ಆಕಾರ, ಗಾತ್ರಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ರೂಪಿಸಲ್ಪಡಬೇಕು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಇವುಗಳಿಂದ ವಿಮಾನದ ಎಳೆತದ ಬಲಗಳು ಹೆಚ್ಚುವ ಅವಕಾಶವಿದೆ.

ಡೆಲ್ಟಾ ರೆಕ್ಕೆ: ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು

ನಯವಾಗಿ ಎದುರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಂತೆ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಶಬ್ದದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಾದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಅದರ ಸ್ವರೂಪವೇ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದರ ರೆಕ್ಕೆ-ಬಾಲಗಳಿಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಇಲ್ಲದ ಹಾಗೆ ಎರಡೂ ಒಂದಾಗಿ ವಿಮಾನದ ಶರೀರದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಗ್ರೀಕ್ ಅಕ್ಷರ ಡೆಲ್ಟಾ(△)ದ ರೂಪವನ್ನು ತಾಳುತ್ತವೆ. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಮಾನದ ಶರೀರ (fuselage)ವೂ ರೆಕ್ಕೆಯೊಳಗೇ ಸೇರಿ ಹೋಗಿ ವಿಮಾನವೇ ಡೆಲ್ಟಾದ ಆಕಾರವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ಮಾಖ್ ಸಂಖ್ಯೆ (Mach number) : ವಿಮಾನದ ವೇಗವನ್ನು ಮಾಖ್ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ವೇಗವನ್ನು ಶಬ್ದದ ವೇಗ (ಸುಮಾರು ಘಂಟೆಗೆ ೬೬೦ ಮೈಲಿ) ದಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ದೊರೆಯುವ ಸಂಖ್ಯೆಯೇ ಮಾಖ್ ಸಂಖ್ಯೆ. ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಭೌತಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಮಾಖ್‌ನ ಹೆಸರನ್ನು ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಇಡಲಾಗಿದೆ. ವಿಮಾನ ಹಾರುತ್ತಿರುವ ವೇಗವು ಶಬ್ದದ ವೇಗದ ಎಷ್ಟರಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಮಾಖ್ ಮೂರರ ವೇಗವೆಂದರೆ ವಿಮಾನವು ಘಂಟೆಗೆ ೨,೦೦೦ ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತದೆ, ಮಾಖ್ ೦.೮ರ ವೇಗ ಎಂದರೆ ಘಂಟೆಗೆ ೫೩೦ ಮೈಲಿಯ ವೇಗ.

ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ (Supersonic) ವಿಮಾನ : ಇದು ಶಬ್ದದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುವ ವಿಮಾನ, ಮಾಖ್ ಸಂಖ್ಯೆ ೧ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದುದು. ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನಗಳು ವಾಯುಮಂಡಲ (atmosphere) ದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಬಲಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕಡಮೆ ವೇಗದ (ಮಾಖ್ ೧ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ) ವಿಮಾನಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ವಿಮಾನದ ಚಲನೆಯಿಂದ ಅದರ ಮುಂದೆ ಇರುವ ವಾಯುಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆ (disturbance) ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ, ವಿಮಾನಕ್ಕಾಗಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹಾದಿ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ಮೇಲ್ಮೈ ಈ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಜಾರಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯ ಅಲೆಯೂ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿಯೇ, ಎಂದರೆ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೧೦೦ ಅಡಿ ಅಥವಾ ಘಂಟೆಗೆ ೬೬೦ ಮೈಲಿವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನವು ಶಬ್ದದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ಏರ್ಪಡುವ ಹಾದಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಏರ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಮಾನವು ಈಗ ತನ್ನ ಎದುರಿಗೆ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಗೋಡೆಯಂತೆ ಇರುವ ವಾಯುವನ್ನು ಎದುರಿಸುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ವಿಮಾನವು ತಾನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರಕ್ಷುಬ್ಧತೆಯ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಅವಿಭಜಿತ, ಅಖಂಡ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಭೇದಿಸಿ ಮುಂದೆ ಹೋಗಲು ವಿಮಾನವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಭೇದಿಸಿದಾಗ

ದೊಡ್ಡ ಫಿರಂಗಿಯನ್ನು ಹಾರಿಸಿದಂತಹ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಶಬ್ದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಬ್ದವನ್ನು ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಬೂಂ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸೂಪರ್ ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನಗಳು ಹಾರಾಡುವ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಶಬ್ದ ಒಂದು ಅಸಹ್ಯವಾದ ತೊಂದರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಹತ್ತಿರದ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಕಿಟಕಿಯ ಗಾಜು ಒಡೆಯುವುದೂ ಉಂಟು! ಮಾಖ್ ೫ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತದೆ.

ದಕ್ಷತೆ (efficiency) **:** ವಿಮಾನ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ಮಿತವ್ಯಯದಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದರ ಅಳತೆಯೇ ದಕ್ಷತೆ.

$$\text{ದಕ್ಷತೆ} = \frac{\text{ಯಂತ್ರದಿಂದ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುವ ಶಕ್ತಿ}}{\text{ಯಂತ್ರಕ್ಕಾಗಿ ನಾವು ವ್ಯಯಿಸಿದ ಶಕ್ತಿ}}$$

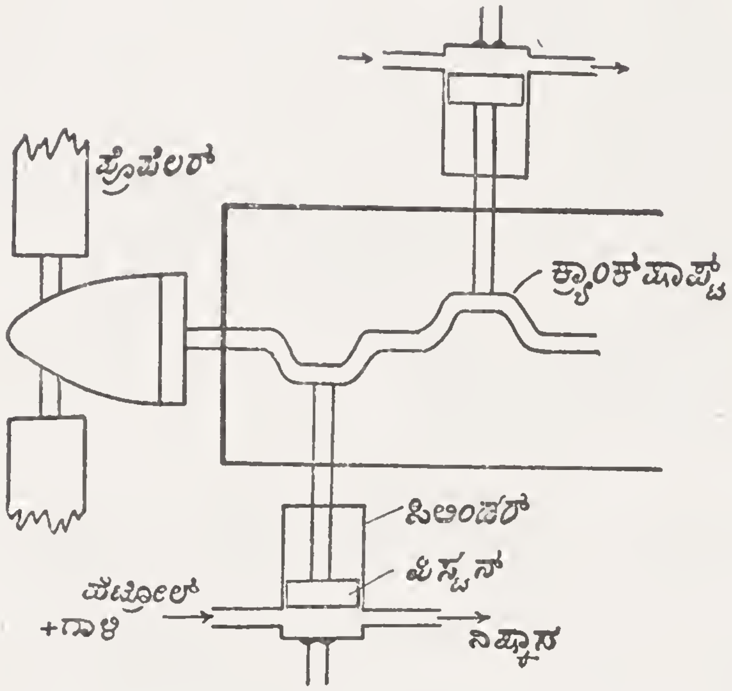
ವಿಮಾನದ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ನಾವು $\frac{\text{ವಿಮಾನದ ಚಲನೆಯ ಶಕ್ತಿ}}{\text{ಇಂಧನದ ಸಂಪೂರ್ಣ ದಹನದಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಶಕ್ತಿ}}$ ಇಂದ ಲೆಕ್ಕಮಾಡಬಹುದು. ಯಾವುದೇ ಯಂತ್ರದ ದಕ್ಷತೆ ೧ಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ; ಏಕೆಂದರೆ ನಾವು ಅದಕ್ಕೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿದ ಶಕ್ತಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದು ನಮಗೆ ಹಿಂದಿರುಗಿಸಲಾರದು. ದಕ್ಷತೆ ೧ಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ಹತ್ತಿರ ಹೋಗುವುದೋ ಯಂತ್ರ ಅಷ್ಟೂ ಮಿತವ್ಯಯಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್

ಇಂದಿನ ಕಾಲವನ್ನು ಜೆಟ್ ಯುಗ ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು. ಪ್ರಯಾಣದ ಕಾಲ-ಅನುಕೂಲಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರವಾಗಿ ಬಹಳ ಹತ್ತಿರ ಕೊಂಡುಬಂದಿವೆ. ಕೆಲವು ದಿನ-ವಾರಗಳು ಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಯಾಣವನ್ನು ಇಂದು ಕೆಲವು ಘಂಟೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಮುಗಿಸಿಬಿಡಬಹುದು. ಮುಂದೆ ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವ ಭಾಗದಿಂದ ಬೇರೆಲ್ಲಿಗಾದರೂ ಎರಡೇ ಘಂಟೆಯಲ್ಲಿ ತಲುಪಬಲ್ಲ ವಿಮಾನಗಳ ಯೋಜನೆಯೂ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಜೆಟ್ ವಿಮಾನದ ಪರಿಣಾಮ ಮಾನವಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿಯಾಗಿದೆ. ಜೆಟ್ ಯುಗವನ್ನು ಇರವಿಗೆ ತಂದ ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಹಿಂದೆ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿದ್ದ ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್ ಬಗ್ಗೆ ಎರಡು ಮಾತು.

ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್ : ಈ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಿನಲ್ಲಿ ರೈಟ್ ಸಹೋದರರು ವಿಮಾನದ ಹಾರಿಸುವಿಕೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಿದಾಗಿನಿಂದ ಸುಮಾರು ನಲವತ್ತು ವರ್ಷ ಕಾಲ ಪಿಸ್ಟನ್ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಮತ್ತು ಪೆಟ್ರೋಲ್

ನಿಂದ ನಡೆಯುವ ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳೇ ವಿಮಾನ ಚಾಲನೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟವು. ಇಂದಿಗೂ ತಗ್ಗಿನ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ, ಕಡಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುವ ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳೇ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

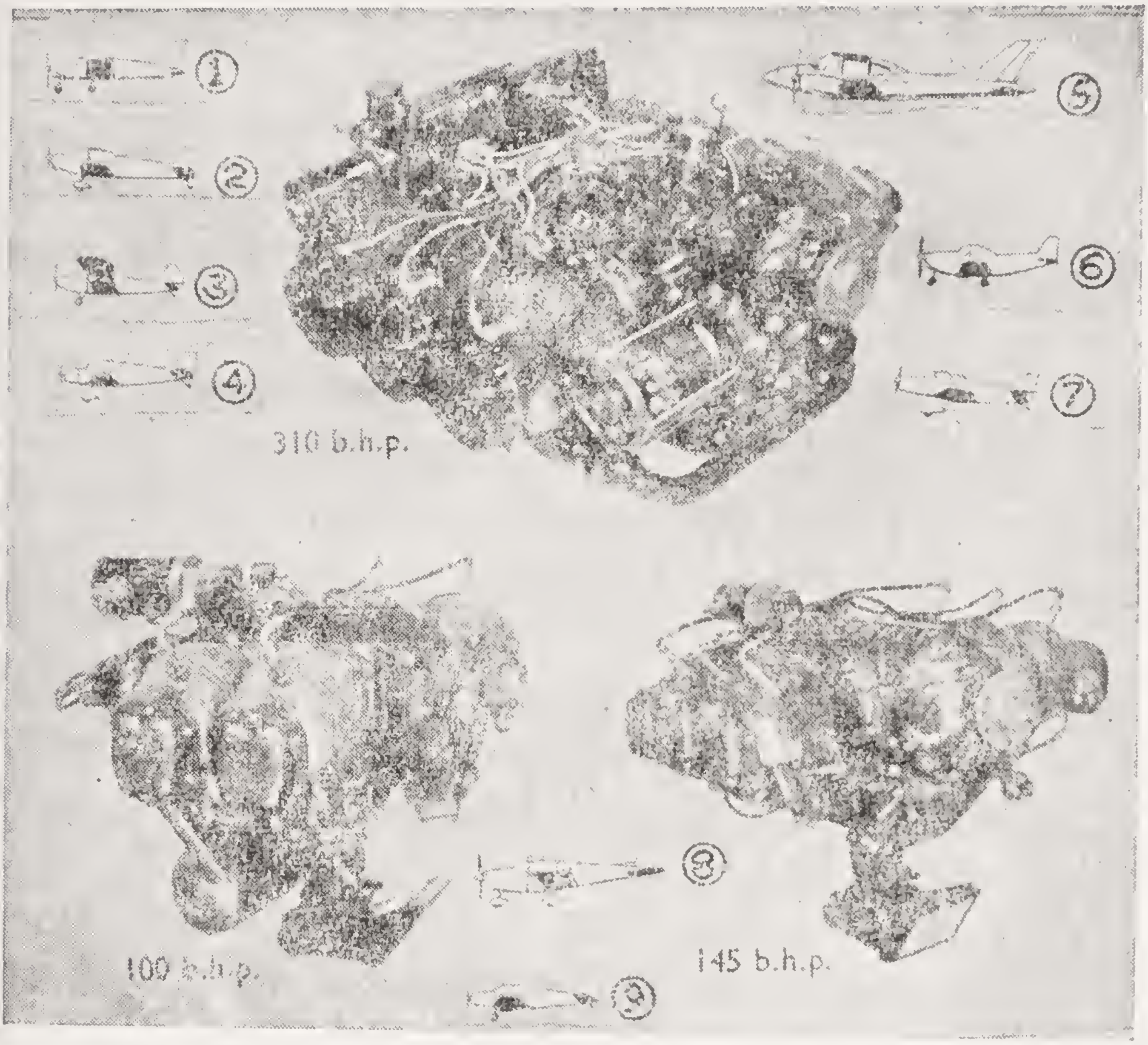


ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್

ಮೋಟಾರು ಕಾರಿನಂತೆಯೇ ಹಲವು ಸಿಲಿಂಡರ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಿಸ್ಟನ್‌ಗಳು ಕಿಡಿ ಬೆಣೆ (spark plug) ಯಿಂದ ಬರುವ ಕಿಡಿಯಿಂದ ಆಸ್ಫೋಟಿತವಾದ ಪೆಟ್ರೋಲ್-ಗಾಳಿಯ ಮಿಶ್ರಣದಿಂದ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಸಿಲಿಂಡರುಗಳಲ್ಲಿ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟ ಪಿಸ್ಟನ್‌ಗಳು ಕ್ರಾಂಕ್‌ಷಾಫ್ಟ್ ಅನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಹಲವು ಸಿಲಿಂಡರುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗುತ್ತಲೊಂದರಂತೆ ಕಿಡಿ ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಚಲನೆಯ ಅಂಶಗಳು ಒಂದರ ಹಿಂದೊಂದು ಷಾಫ್ಟ್‌ನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗವಾಗಿ, ಅದು ಒಂದೇಸಮನೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಕ್ರಾಂಕ್ ಷಾಫ್ಟ್‌ಗೆ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಅದೂ ತಿರುಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಮೂಲತತ್ವ. ತಿರುಗುವ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟನ್ನನ ಮೂರನೆಯ ಚಲನೆಯ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕ್ರಿಯೆಗೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ ಮತ್ತು ವಿರೋಧವಾಗಿ ಇರುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಇರಲೇಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಗಾಳಿಯು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುವ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ವಿರೋಧವಾಗಿ ವಿಮಾನವು ಮುಂದೆ ದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ನೂಕುಬಲ.

ರೆಸಿಪ್ರೊಕೇಟಿಂಗ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಹಲವು ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳು ರಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟವೆ. ಕಳೆದ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತಿಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಬಾಂಬರ್ ಮೊದಲಾದ ವಿಮಾನಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ಯುದ್ಧಾನಂತರದಲ್ಲಿ ಬಾಂಬರ್‌ಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಪ್ರಯಾಣಿಕರ ಸಾರಿಗೆಯ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲಾಯಿತು. ನಾಲ್ಕು ಎಂಜಿನ್ನುಳ್ಳ ಡಗ್ಲಸ್ ಡಿಸಿ-೪, ನಾಲ್ಕು ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ ಕಾನ್ಸ್ಟಲೇಷನ್, ಎರಡು ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಕರ್ಟಿಸ್ ಸಿ-೪೬ ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ಇಂತಹ ವಿಮಾನಗಳು.

ಗಾಳಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆ ಕಡಮೆಯಾದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಶಕ್ತಿ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇದು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಎತ್ತರದ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ



ಕೆಲವು ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿರುವ ಕೆಲವು ವಿಮಾನಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಂದೂಸ್ಥಾನ್ ಕ್ರಿಷಕ್ ಒಂದು.

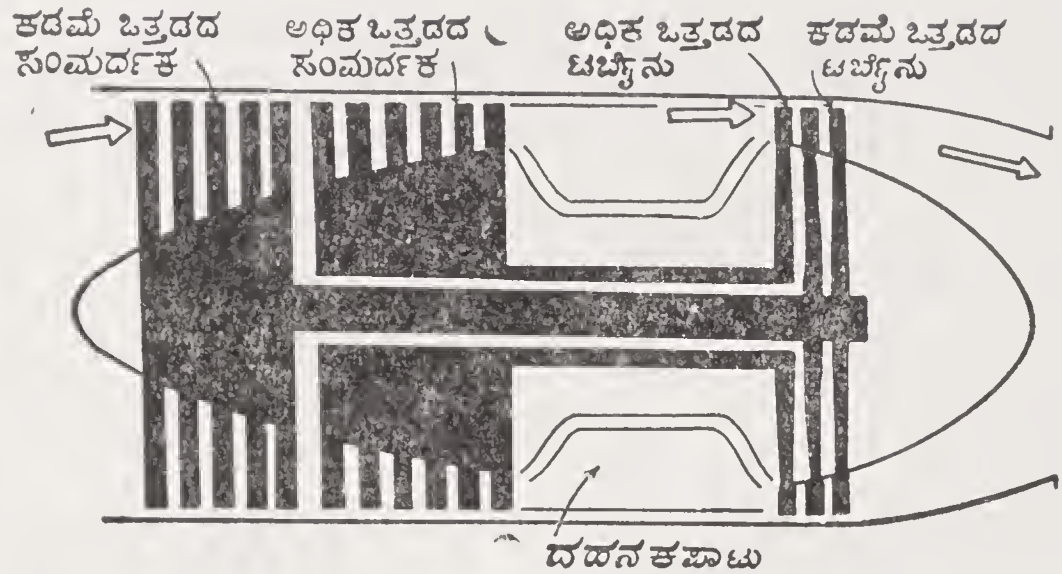
1. ಬೋಲ್ಕೊ/ವಾಲ್ಕೊ ಜೂನಿಯರ್ 2. ಸಿಂಟಿಕ್ಸ್ ಸೂಪರ್ ಎಮೆರಾಡ್
3. ಹಿಂದೂಸ್ಥಾನ್ ಕ್ರಿಷಕ್ 4. ಎಸ್.ಎ.ಎನ್. ಮಾಸ್ಕರೆಟ್ 5. ಬೀಗಲ್–೨೦೬
6. ವಿಕ್ಟ ಏರ್ ಟೂರರ್ 7. ಸೆಂಟರ್ ಎಸ್ಟ್ ಸಿಸಿಲ್ 8. ಸೆಸ್ನ ಎಫ್–೧೭೨
9. ವಾಸ್ಮೆರ್–ಜೋಡೆಲ್ ಡಿ. ೧೧೨

ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡಲಾರದು. ಇದರಿಂದ ದೊರೆಯುವ ವೇಗವೂ ಘಂಟೆಗೆ ೪೫೦ ಮೈಲಿಗಳಿಗಿಂತ ಜಾಸ್ತಿ ಆಗಲಾರದು.

ಆದರೆ ಇಂದಿಗೂ ಕಡಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಕಡಮೆಯ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಹಾರುವ ವಿಮಾನಗಳು ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂದಿಗೂ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ರಾಜಮನೆತನದವರು ತಮ್ಮ ರಾಷ್ಟ್ರದಲ್ಲಿ ಓಡಾಡಲು ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್ ವಿಮಾನ ವೊಂದನ್ನೇ ಆರಿಸಿದ್ದಾರೆ–ಕ್ಷೇಮದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ.

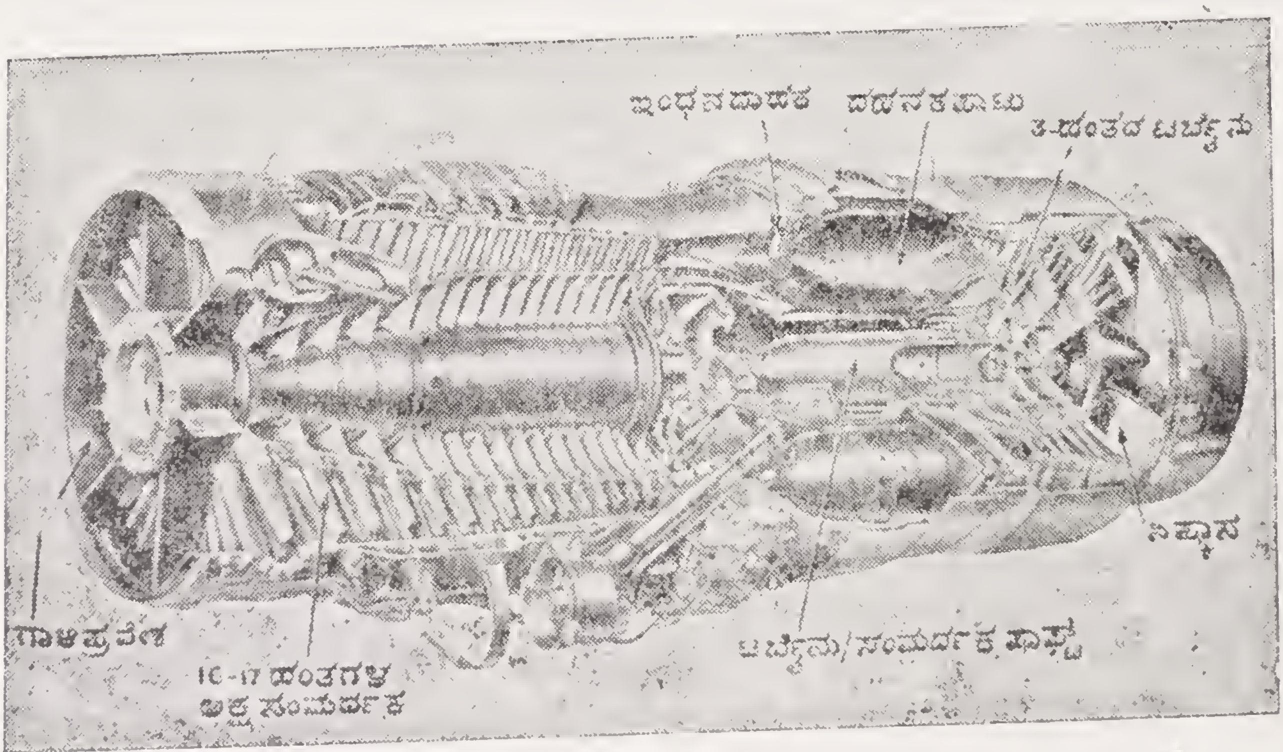
ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ : ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್ನಿಗಿಂತ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ಹಗುರವಾದುದು. ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದರೂ ಟರ್ಬೈನ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ

ನೂಕುಬಲ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಾತಾವರಣದ ಎತ್ತರದ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ.

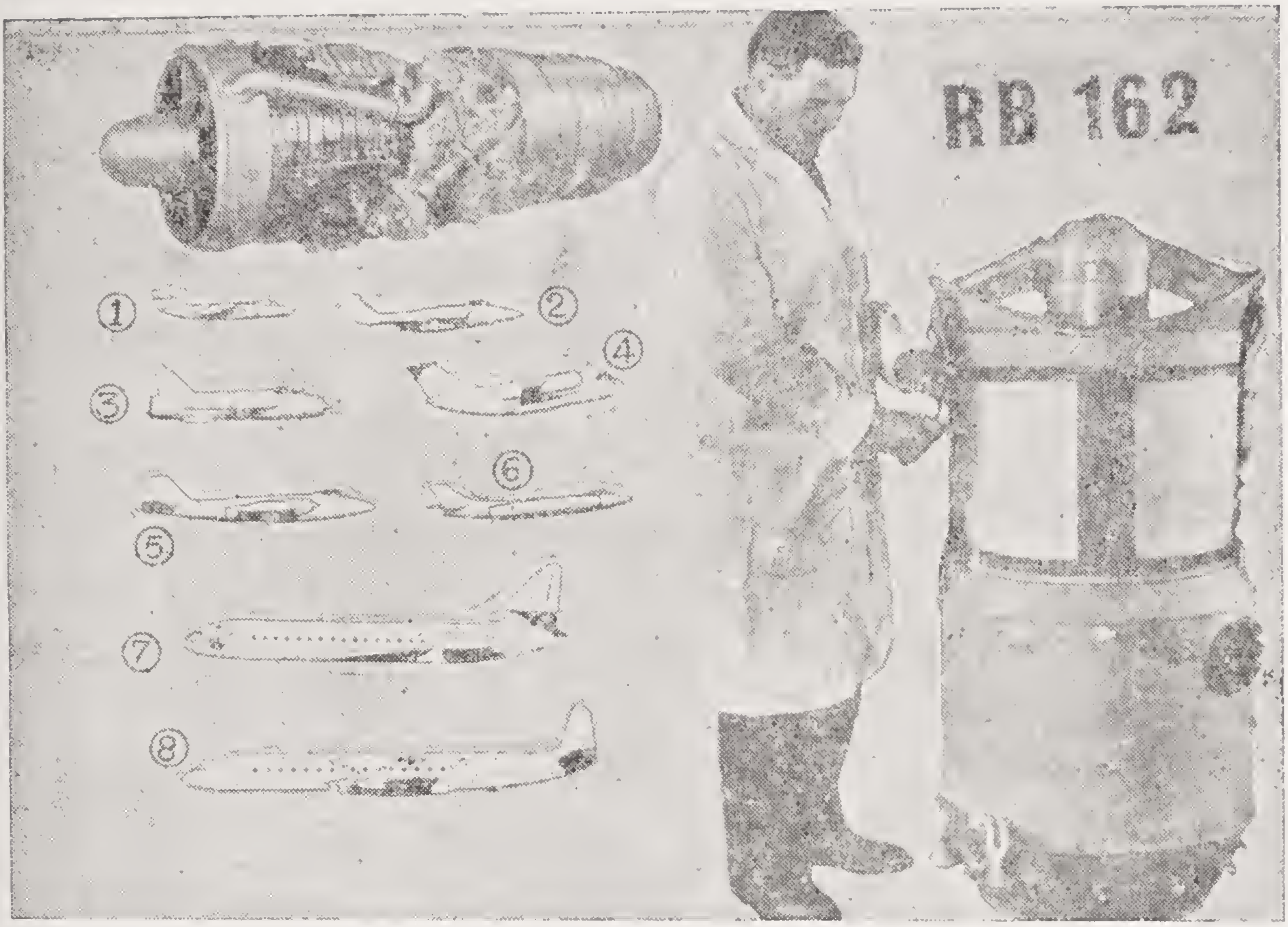


ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್

ಗಾಳಿಯೊಂದಿಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟ ಸೀಮೆ ಎಣ್ಣೆಯೇ ಮೊದಲಾದ ಇಂಧನ (ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿಗೆ ಪೆಟ್ರೋಲೇ ಬೇಕೆಂಬ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ) ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಹನ ಕಪಾಟ (combustion chamber)ದಲ್ಲಿ ಉರಿಯುತ್ತದೆ. ಉರಿಯಿಂದ ವಿಕಾಸ ವಾದ ಅನಿಲಗಳು ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ; ಹೊರಹಾಯುವಾಗ ಅವು ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ರುವ ಟರ್ಬೈನ್ ಅಲಗುಗಳಿಗೆ ತಗುಲಿ ಟರ್ಬೈನನ್ನು ತಿರುಗಿಸುತ್ತವೆ. ಟರ್ಬೈನು ಸಂಮರ್ದಕ (compressor)ದ ರೋಟಾರ(ತಿರುಗುವಭಾಗ)ನ್ನು ತಿರುಗಿಸಿ ಅದರ



ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್‌ರವರ “ ಏವಾನ್ ” ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಒಳರಚನೆ



ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್ ತಯಾರಿತ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು

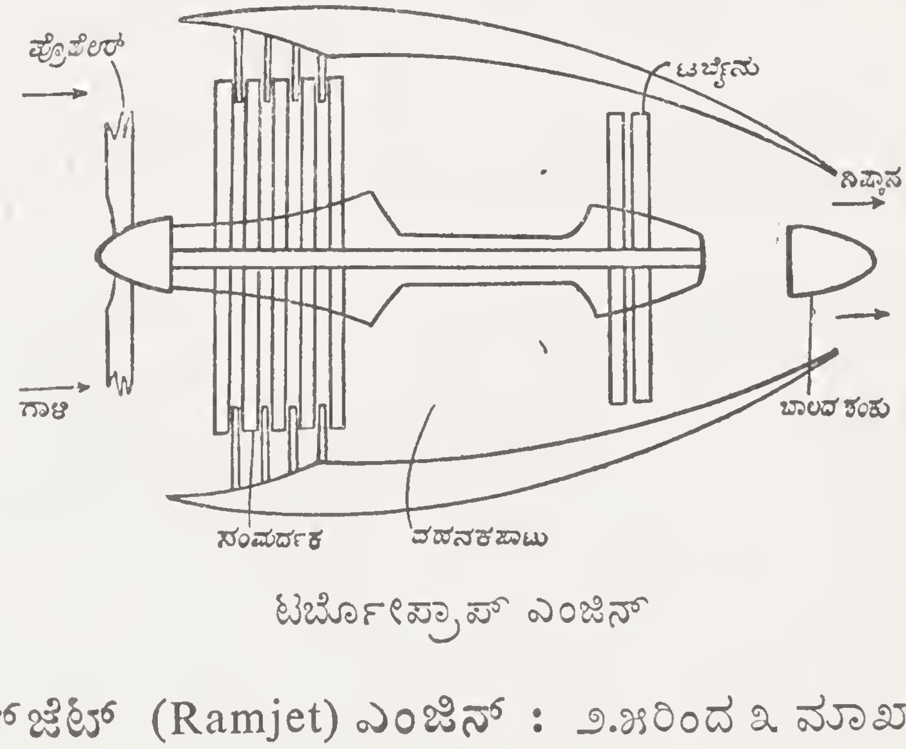
ಮೇಲೆ ಎಡಗಡೆಯದು "ಏವಾನ್"; ೧೦೫೦೦ರಿಂದ ೧೨೬೦೦ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೂಕುಬಲ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲದು. ಮೇಲೆ ಬಲಗಡೆಯದು VTOL/STOL ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ RB ೧೬೨ ಎಂಜಿನ್; ತನ್ನ ತೂಕದ ೧೬ರಷ್ಟು ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲದು. ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವ ಮಿಲಿಟರಿ ಮತ್ತು ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ್ದಾರೆ. 1. ವಿಎಫ್‌ಡಬ್ಲ್ಯು ವ್ಯಾಕ್ ೯೧-B 2. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ಸೀ ವಿಕ್ಸೆನ್ 3. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಲೈಟ್ನಿಂಗ್ 4. ಡೋರ್ನಿಯರ್ ಡಿಒ-೩೧ 5. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಕ್ಯಾನ್‌ಬೆರಾ 6. ವಿಕರ್ಸ್ ಸೂಪರ್‌ಮೆರೀನ್ ಸಿಮಿಟಾರ್ 7. ಸಡ್-ಏವಿಯೇಷನ್ ಕ್ಯಾರವೆಲ್ 8. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ಕಾಮೆಟ್ ೪.

ಅಲಗುಗಳಿಂದ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಒಳಗೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸಂಮರ್ದಿಸುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನಿಂದ ಎಂಜಿನ್ನಿನೊಳಕ್ಕೆ ಹೊಕ್ಕ ಗಾಳಿ ಸುಮಾರು ಒಂದಕ್ಕೆ ಹತ್ತರಷ್ಟು (ಬೇರೆಬೇರೆ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಮರ್ದನ ನಡೆಯುವುದು) ಸಂಮರ್ದಿತವಾಗಿ ಅನಂತರ ದಹನ ಕಪಾಟದೊಳಕ್ಕೆ ಬಿಡಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ಅದು ಇಂಧನದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ಅದನ್ನು ಉರಿಸುವುದರಿಂದ ಸುಮಾರು ೭೦೦°C ನಷ್ಟು ತಾಪ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಕಾಸವಾದ ಅನಿಲಗಳು ನಿಷ್ಕಾಸ ನಾಳದ ಮೂಲಕ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ನೂಕುಬಲ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ವಿಮಾನವನ್ನು ಮುಂದೆ

ತಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ನೂಕುಬಲ ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುವಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಗಾಳಿ ಒಳಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು, ಹೆಚ್ಚು ಇಂಧನ ಉರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊರಬೀಳುತ್ತಿರುವ ನಿಷ್ಕಾಸ ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಉಪಯೋಗವಾಗದೆ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಪೋಲು ಮಾಡದಂತೆ ಹೊರಹೋಗುತ್ತಿರುವ ಅನಿಲಗಳ ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತರದಾಹಕ (after-burner) ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಕೋಣೆಯನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಇಂಧನವನ್ನು ಸಿಂಚಿಸಿ ಉರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೂಕುಬಲ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಮಾಖ್ ೦.೯ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರದಾಹಕವು ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಇಮ್ಮಡಿಯಾಗಿಸುತ್ತದೆ. ನೂಕುಬಲಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಭಾರ ಅತಿ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಹೆಚ್ಚಿನ ದಕ್ಷತೆಗೆ ಇದೂ ಒಂದು ಕಾರಣ.

ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್ : ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಷಾಫ್ಟ್‌ಗೆ ಗೇರ್ ಮೂಲಕ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಅದು ಸುತ್ತುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು ಸುಮಾರು ಐನೂರಐವತ್ತು ಮೈಲಿ ವೇಗದವರೆಗೂ, ಮೂವತ್ತು ನಲವತ್ತು ಸಾವಿರ ಅಡಿ ಎತ್ತರದವರೆಗೂ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗ–ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.



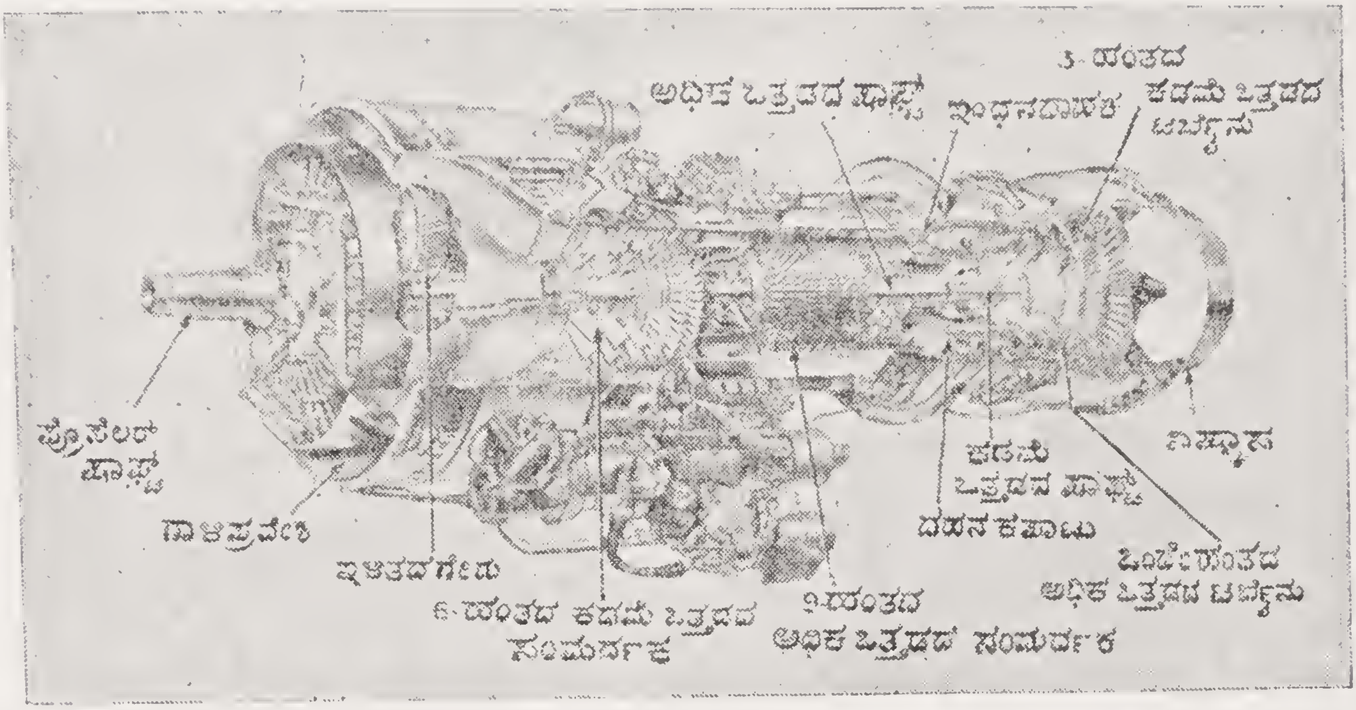
ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್

ರ್‍ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ (Ramjet) ಎಂಜಿನ್ : ೨.೫ರಿಂದ ೩ ಮಾಖ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವಾಗ ಎಂಜಿನ್ನಿಗೆ ಸಂಮರ್ದಕದ ಅಗತ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ. ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಂಜಿನ್ನೇ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಕಬಳಿಸಿ ಸಂಮರ್ದಿಸುತ್ತದೆ—ಸುಮಾರು ಒಂದಕ್ಕೆ



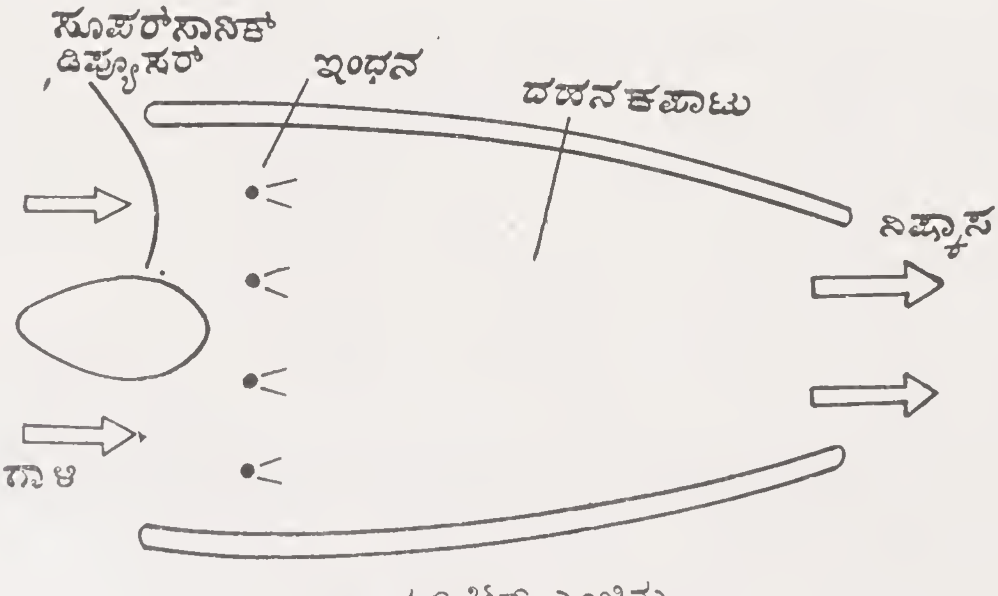
ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್ ತಯಾರಿತ ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಅವು
ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿರುವ ಕೆಲವು ವಿಮಾನಗಳು

ಮೇಲಿನದು ಡಾರ್ಟ್ (Dart) ; ೧೪೮೦ರಿಂದ ೩೨೪೫ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯದು. ಕೆಳಗಿನದು ಟೈನ್ (Tyne) ; ೪೭೮೫ರಿಂದ ೫೮೫೫ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯದು. ವಿಮಾನಗಳು : 1. ಕೆನಡೇರ್-೪೪ 2. ವಿಕರ್ಸ್ ವ್ಯಾನ್‌ಗಾರ್ಡ್ 3. ಷಾರ್ಟ್ ಬೆಲ್‌ಫಾಸ್ಟ್ 4. ಟ್ರಾನ್ಸಾಲ್ ಸಿ-೧೬೦ 5. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ೭೪೮ 6. ಫಾಕರ್ ಫೇರ್‌ಚೈಲ್ಡ್ ಎಫ್-೨೭ 7. ಬ್ರೆಗ್ವೆ ಅಲೀಸ್ 8. ವೆಸ್ಟ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ ವೆಸೆಕ್ಸ್ 9-10. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ಆರ್ಗೊಸಿ 11. ವಿಕರ್ಸ್ ವೈಕೌಂಟ್ 12. ವೆಸ್ಟ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ ಬೆಲ್ವೆಡಿಯರ್ 13. ಎನ್‌ಎಎಮ್‌ಸಿ ವೈಎಸ್-೧೧ 14. ಬ್ರೆಗ್ವೆ ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ 15. ಹ್ಯಾಂಡ್ಲಿ ಪೇಜ್ ಹೆರಾಲ್ಡ್ 16. ಗ್ರುಮ್ಮನ್‌ಗಲ್ಫ್‌ಸ್ಟ್ರೀಮ್ 17. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ಹ್ಯಾಂಡೋವರ್.



ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್‌ರವರ ಪ್ರಾಪ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಒಳರಚನೆ

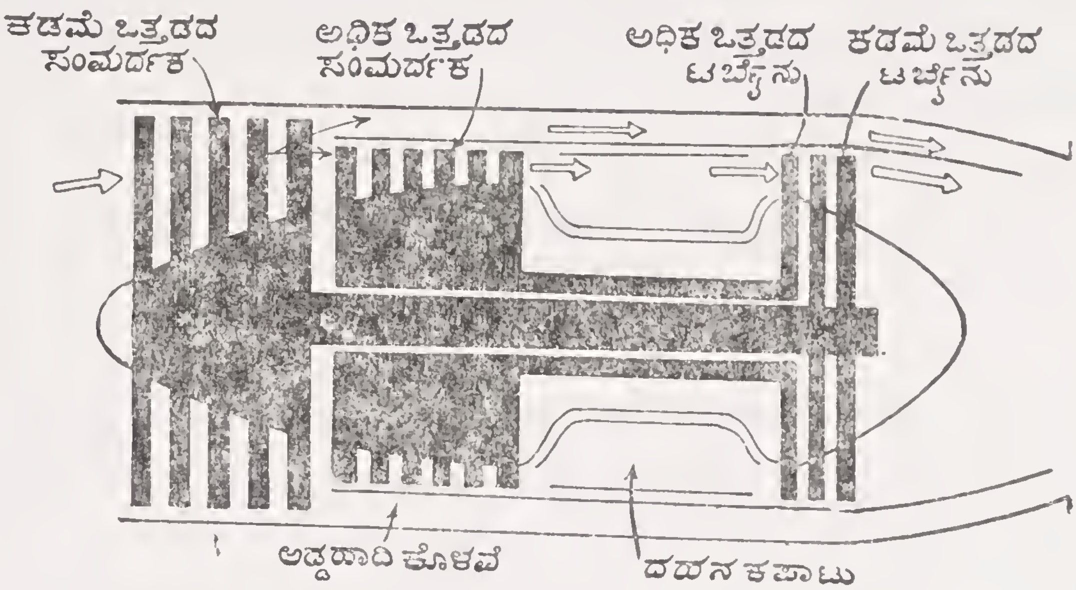
ನೂರರಷ್ಟು. ಆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಟರ್ಬೈನ್ ಕೂಡ ಅನಗತ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಭಾರ ಬಹಳವಾಗಿ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಎಂಜಿನ್ನಿಗೆ ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಡಿಫ್ಯೂಸರ್ ಎಂಬ ಭಾಗ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಒಳಗೆ ತುರುಕುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ವೇಗದಿಂದಲೇ ಸಂಮರ್ದಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿಯು ದಹನಕಪಾಟವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಅಲ್ಲಿ ಇಂಧನದೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿ ಅದನ್ನು ಉರಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಕಾಸವಾದ ಅನಿಲಗಳು ನಿಷ್ಕಾಸ ಕೊಳವೆಯ ಮೂಲಕ ಹೊರತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ; ನೂಕುಬಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನವು ಹೊರಡುವಾಗ ರಾಕೆಟ್ ಅಥವಾ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹಾರಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಿದ ಮೇಲೆ ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.



ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನು

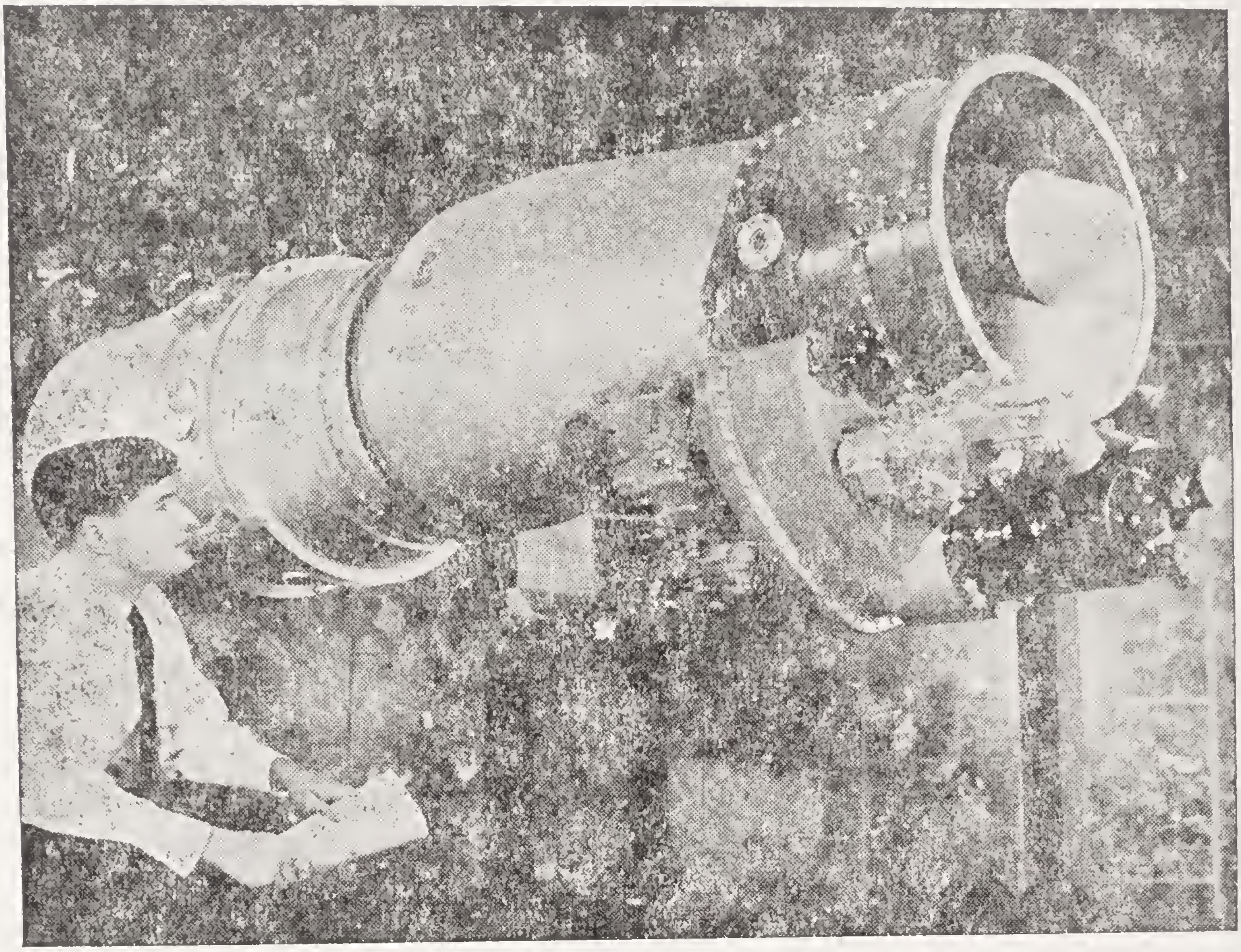
ಸ್ಕ್ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ : ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಕಂಬಶ್ಚನ್ ರ್ಯಾಮ್ ಜೆಟ್ (Supersonic Combustion RAMJET) ಎಂಬುದರ ಹ್ರಸ್ವರೂಪ ಸ್ಕ್ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್. ಮಾಖ್ ೫ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ, ಎಂದರೆ ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ದಹನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಈ ಎಂಜಿನ್ನಿಗೆ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಮಾತ್ರ ತಕ್ಕ ಇಂಧನವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನನ್ನು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಉರಿಸಿ ಜೆಟ್ಟನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುವುದು. ಎಕ್ಸ್–೧೫ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಮಾನವರಹಿತ ದೂರಹತೋಟಿಯ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಕ್ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಪರೀಕ್ಷಾ ಹಾರಾಟಗಳು ನಡೆಯುವ ಹಂಚಿಕೆಗಳಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಟರ್ಬೋಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್ : ಇದು ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಮತ್ತು ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್‌ಗಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಾದುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಫ್ಯಾನ್ (ಬೀಸಣಿಗೆ) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಸಣ್ಣ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ಗೇರ್‌ನ ಮಾಧ್ಯಮವಿಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ಟರ್ಬೈನಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಫ್ಯಾನಿನಿಂದ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಪೋಲು



ಟರ್ಬೋಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್ ರಚನೆ

ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಬಳಸುತ್ತದೆ. ಆದರ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ದಹನ ಕಪಾಟ–ಟರ್ಬೈನುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಭಾಗ ಸ್ವಲ್ಪ ಸಂಮರ್ದಿತವಾಗಿ ಅಡ್ಡಹಾದಿ ಮೂಲಕ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಕಾಯ್ದ ನಿಷ್ಕಾಸ ಅನಿಲಗಳ ಜೊತೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಅವುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುತ್ತದೆ. ಇದು ಟರ್ಬೋಜೆಟ್‌ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ, ಕಡಮೆ ಇಂಧನ ಬಳಸುತ್ತದೆ. ಜೆಟ್ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹರಿಯುವುದರಿಂದ ಶಬ್ದವೂ ಕಡಮೆ, ಅದುರುವಿಕೆಯೂ ಅಷ್ಟಿರುವುದಿಲ್ಲ.

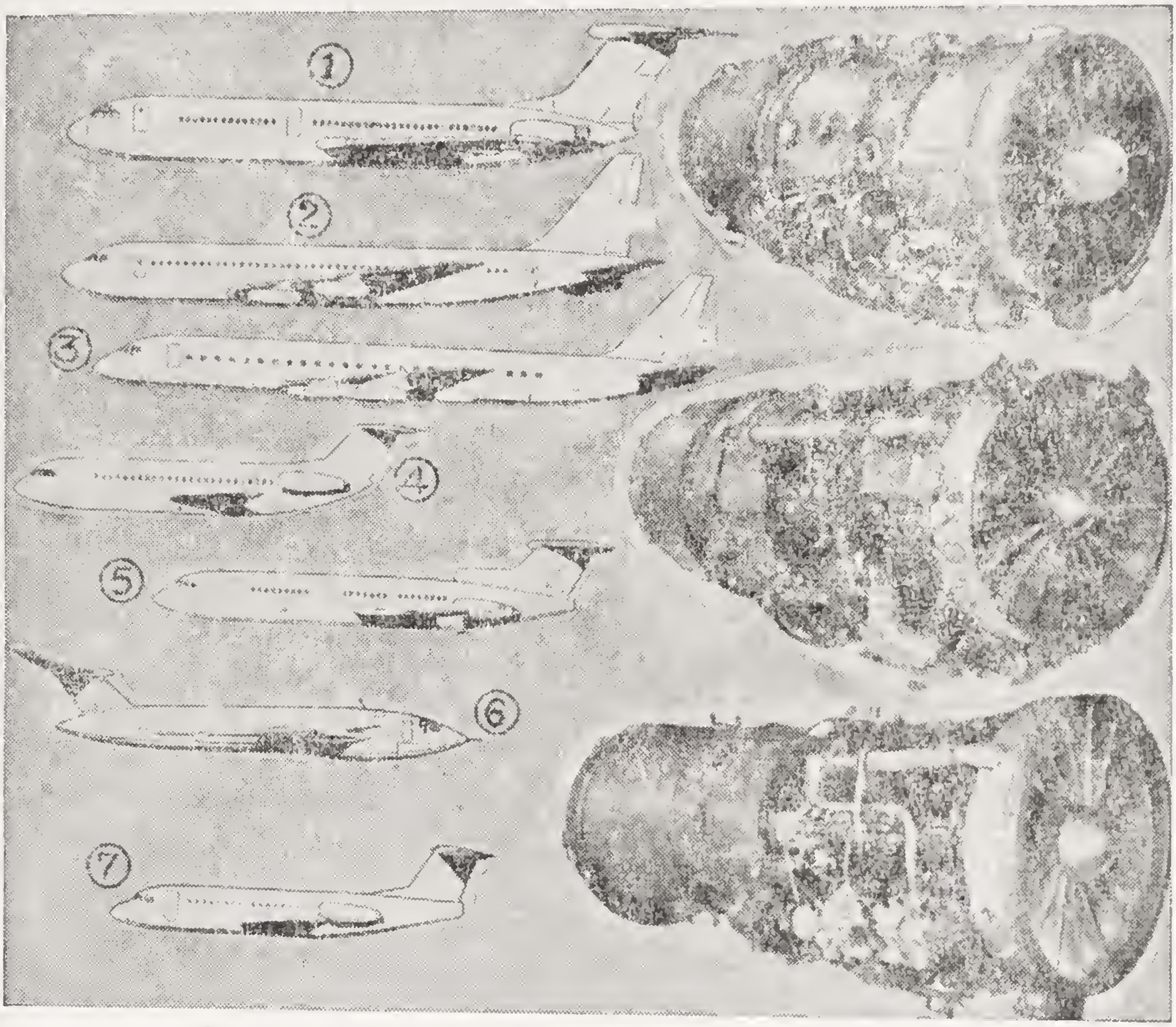


ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಟರ್ಬೋಮೆಕ ಜಂಟಿಯಾಗಿ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಆರ್‌ಬಿ ೧೭೨-ಟ ೨೬೦ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಟರ್ಬೋಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್. ೪೦೦೦-೬೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲದ ಈ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು "ಜಾಗ್ವಾರ್" ಯುದ್ಧವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನಾಗರಿಕ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಮಾಡದೆ ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ದಹನಕಪಾಟಕ್ಕೆ ಕೊಂಡುಬರುವುದರಿಂದ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಕ್ಷತೆ ಮತ್ತೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇಂದಿನ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ದಕ್ಷತೆಯುಳ್ಳದ್ದು ಇದು.

ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ : ಗಾಳಿಯೇ ಇಲ್ಲದಿದ್ದಾಗಲೂ, ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದ, ಅತಿ ಅಲ್ಪ ಭಾರದ ಎಂಜಿನ್ನು ಬೇಕಾದಾಗಲೂ, ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಘನ ಅಥವಾ ದ್ರವ ಇಂಧನಗಳು ಬಳಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ದಹನಕಪಾಟ ಮತ್ತು ನಿಷ್ಕಾಸ ಕಪಾಟಗಳು ಎಂಜನ್ನಿನ ಭಾಗಗಳು.

ರಾಕೆಟ್ ಇಂಧನಗಳು : ಏಕಚಾಲಕ (monopropellant) ಎಂದರೆ ಒಂದೇ ಪದಾರ್ಥ ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ನಡೆಸುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ದಹನಕಪಾಟದಲ್ಲಿ ಒಳಹೊಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಹಬೆ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗಿ, ಶಕ್ತಿಯೂ ಜನಿತವಾಗಿ, ಅನಿಲಗಳು ವಿಕಾಸ

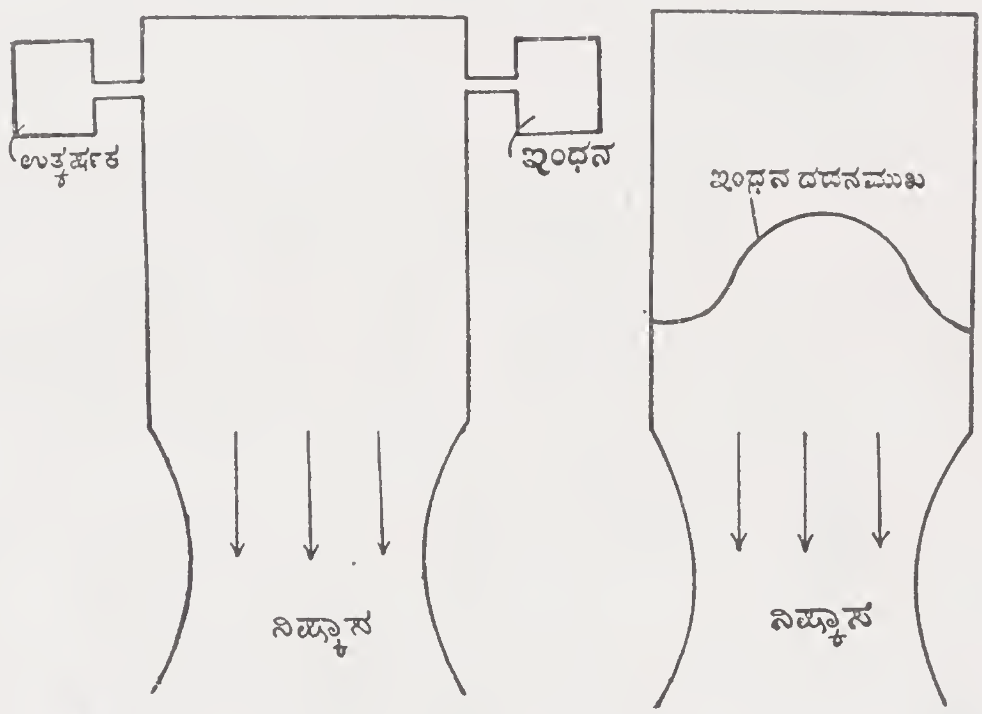


ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್ ತಯಾರಿತ ಟರ್ಬೋ ಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು

೧ನೆಯದು ಸ್ಪೇ; ೯೮೫೦ರಿಂದ ೧೧೯೭೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲ. ೨ನೆಯದು ಕಾನ್ವೆ ೧೨; ನೂಕುಬಲ ೧೭೫೦೦ ಪೌಂಡು (ನಾಗರಿಕ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ), ೧೭೨೫೦ ರಿಂದ ೨೦೬೦೦ ಪೌಂಡು (ಮಿಲಿಟರಿ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ). ೩ನೆಯದು ಕಾನ್ವೆ ೪೨, ೪೩; ೨೦೩೭೦ ರಿಂದ ೨೧೮೦೦ ಪೌಂಡು ನೂಕುಬಲ. ಈ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ವಿಮಾನಗಳೂ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿವೆ. 1. ವಿಕರ್ಸ್ ವಿ ಸಿ-೧೦ ಮತ್ತು ಸೂಪರ್ ವಿ ಸಿ-೧೦ 2. ಬೋಯಿಂಗ್ ೭೦೭-೪೨೦ 3. ಡಗ್ಲಾಸ್ ಡಿಸಿ ೮/೪೦ 4. ಬ್ಯಾಕೋನ್-೧೧ 5. ಹಾಕರ್ ಸಿಡೆಲಿ ಟ್ರೈಡೆಂಟ್ 6. ಹ್ಯಾಂಡ್ಲಿ ಪೇಜ್ ವಿಕ್ಟರ್ ಬಿ-೨ 7. ಫಾಕರ್ ಎಫ್-೨೮ ಫೆಲೋಷಿಪ್.

ಹೊಂದಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಕಾಸ ಕಪಾಟದ ಮೂಲಕ ಹೊರದೂಡಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇದರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ನೂಕುಬಲ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ದ್ವಿಚಾಲಕ (bipropellant) ಎಂಜಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸೇರಿ ಉರಿಯುತ್ತವೆ. ಇವು ಘನ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಒಂದು ಅಂಟಿನೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ದಹನಕಪಾಟದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ನಿಷ್ಕಾಸ ಕಪಾಟದ ಕಡೆಯ ಮುಖದ ಮೇಲ್ಮೈ ಮಾತ್ರ ಉರಿದು ಅನಿಲಗಳು ಹೊರಬೀಳುತ್ತವೆ. ದ್ರವ ರೂಪದ ದ್ವಿಚಾಲಕಗಳು ಎರಡು ತೊಟ್ಟಿಗಳಿಂದ ಬೇರೆ

ಬೇರೆಯಾಗಿ ಪಂಪ್ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟು ದಹನಕಪಾಟವನ್ನು ಸೇರಿ ಉರಿಯುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವಸ್ತು ಇಂಧನ (ಪೆಟ್ರೋಲ್, ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್, ಅಮೋನಿಯ ಇತ್ಯಾದಿ) ವಾಗಿದ್ದು ಇನ್ನೊಂದು ಉತ್ಕರ್ಷಕ (ದ್ರವ ಆಕ್ಸಿಜನ್, ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಇತ್ಯಾದಿ) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಎರಡೂ ಸೇರಿ ಆಸ್ಫೋಟಕವಾಗಿ ಉರಿಯುತ್ತವೆ.



ದ್ರವ ಇಂಧನದ ಎಂಜಿನ್ ಘನ ಇಂಧನದ ಎಂಜಿನ್

ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು

ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿಗೆ ಇಂಧನದ ದಾಹ ಉಗ್ರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದು ಇಂಧನದ ರಾಶಿಯನ್ನೇ ಉರಿಸಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ರಾಕೆಟ್ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ರಾಕೆಟ್ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಹಾರಾಟವೆಲ್ಲ ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನಿಂದಲೇ ನಡೆಯಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ ಇತರ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಗಾಳಿಯ ಅಗತ್ಯ ರಾಕೆಟ್‌ಗೆ ಇಲ್ಲ—ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ವಿಖ್ಯಾತವಾದ ಎಕ್ಸ್–೧೫ ವಿಮಾನ ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳೂ ಈಗ ಪ್ರಯೋಗ/ಪರಿಶೀಲನ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿವೆ. ಮುಂದೆ ಇವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರಲೂ ಬಹುದು.

ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು

ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಯುದ್ಧಕಾಲದ ಪಿಸ್ಟನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯೇ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹಾದಿಯೊಂದು ತೆರೆಯಿತು.

೧೯೪೬ರಲ್ಲಿ ಅನಿಲ ಟರ್ಬೈನ್ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ವಿಕರ್ಸ್ ವೈಕೌಂಟ್ ವಿಮಾನ ರೋಲ್ಸ್‌ರಾಯ್ಸ್ ಅನಿಲ ಟರ್ಬೈನ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನಿಂದ ಚಾಲಿತವಾದ ಪ್ರೊಪೆಲರೊಂದಿಗೆ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿ ಯಶಸ್ಸನ್ನು ಗಳಿಸಿತು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಡಿ ಹೆವಿಲ್ಯಾಂಡ್ ಕಾಮೆಟ್ ನಾಲ್ಕು ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ತಯಾರಾಯಿತು. ಅನಂತರ ರಷ್ಯಾದೇಶವು ಟುಪೊಲೆಫ್‌ನಿಂದ ರೂಪಿತವಾದ ಟಿಯು-೧೦೪ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತಂದಿತು. ಇದೊಂದು ಅಂತರಖಂಡ ವಿಮಾನ. ಈ ಯಶಸ್ವೀ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಮೆರಿಕನ್ನರೂ ಜಾಗ್ರತರಾಗಿ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ನುಗ್ಗಿದರು. ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಬೋಯಿಂಗ್-೭೦೭ ಪರೀಕ್ಷಾ ಹಾರಾಟ ಮಾಡಿತು, ಅತ್ಯಂತ ಜನಪ್ರಿಯವಾಯಿತು. ಅನಂತರ ಡಗ್ಲಾಸ್ ಡಿಸಿ-೮ ಕೂಡ ಯಶಸ್ವಿಯಾಯಿತು. ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನ ಎರಡು ಜೆಟ್‌ಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕ್ಯಾರವೆಲ್ ವಿಮಾನವು ಸಡ್ ಏವಿಯೇಷನ್‌ನಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿ ಜನಪ್ರಿಯವಾಯಿತು. ಇಂದು ಈ ಪಂದ್ಯದ ಅಗ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾ ಅಮೆರಿಕಗಳು ಮಾತ್ರ ಉಳಿದಿವೆ. ಬೇರೆ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಇದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯವಾದಷ್ಟು ಹಣವನ್ನು ತೊಡಗಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಬರ್ಲಿನ್ ದಿಗ್ಬಂಧನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ತಮ್ಮ ಇರವನ್ನು ಸಾರ್ಥಕಮಾಡಿ ತೋರಿಸಿದವು. ೧೬ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಲಕ್ಷ ಎಂಬತ್ತುಸಾವಿರ ಹಾರಾಟಗಳಲ್ಲಿ ೨೩ ಲಕ್ಷ ಟನ್ ಆಹಾರ ಮತ್ತು ಇತರ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ಬರ್ಲಿನ್ ನಗರಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸಲಾಯಿತು. ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಕೊರಿಯ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ರಷ್ಯ ಹೊರತಂದ ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಿದ ರೆಕ್ಕೆಯುಳ್ಳ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನ ಮಿಗ್-೧೫ ಅಮೆರಿಕವನ್ನು ದಿಗ್ಭ್ರಮೆಗೊಳಿಸಿತು, ಅವರ ಬಾಂಬರುಗಳಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿತು. ಅಮೆರಿಕದ ಎಫ್-೮೬ ಸೇಬರ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಬುದು ಮಿಗ್ ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಸವಾಲಾಗಿ ಬಂದಿತು. ಅಮೆರಿಕ-ರಷ್ಯಾ ಪೈಪೋಟಿ ಇಂದಿಗೂ ಮುಂದುವರಿದಿವೆ.

ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ, ಬಳಕೆಗೆ ಬರಲಿರುವ, ದೂರ ಸಾರಿಗೆಯ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳ ಕೆಲವು ವಿವರಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ೧ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. (ಮೂಲ, Irwin Stambler, Space/Aeronautics, ೪೬ : ೫೫, ಆಗಸ್ಟ್ ೧೯೬೬) ;

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಮಿಲಿಟರಿ ಮಾದರಿಯ ಸೈನ್ಯ ಸಾರಿಗೆಯ ವಿಮಾನಗಳಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ ಎಲ್-೫೦೦ ಮಿಲಿಟರಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಿ-೫ ಎ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಾವಿರ ಮಿಲಿಯನ್ ಡಾಲರ್ (೧,೫೦೦ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿ)ಗಳ ಒಂದು ಗುತ್ತಿಗೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಅಮೆರಿಕದ ಸೈನ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಗುತ್ತಿದೆ. ವಿಶ್ವದಲ್ಲೇ ಅತಿ ದೊಡ್ಡದಾದ ಈ ವಿಮಾನ ೨೩೦ ಅಡಿ ಉದ್ದ ಇದ್ದು ೨೨೦ ಅಡಿ ಅಗಲದ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ರಷ್ಯದ ಎಎನ್-೨೨ (ಆಂಟಿಯಸ್) ಹದಿನೈದು ಸಾವಿರ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಟರ್ಬೋ ಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ ೧. ದೂರ ಸಾರಿಗೆಯ ವಾಣಿಜ್ಯ ವಿಮಾನಗಳು

	ಹೆಸರು	ತಯಾರಕ	ವೇಗ ಘಂಟೆಗೆ-ಮೈಲು	ಪ್ರಯಾಣಿಕರು	ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ತಾರೀಖು
೧.	ಬೋಯಿಂಗ್-೭೦೭	ಬೋಯಿಂಗ್ (ಅ)	೫೩೦–೫೭೦	೧೮೯	೧೯೫೮
೨.	ಡಿಸಿ-೮	ಡಗ್ಲಾಸ್ (ಅ)	೫೪೦–೫೮೦	೧೮೯	೧೯೫೯
೩.	ವಿಸಿ-೧೦, ವಿಸಿ-೧೦ ಸೂಪರ್	ಬಿಎಸಿ (ಬ್ರಿ)	೫೫೦–೫೮೦	೧೮೦	೧೯೬೪
೪.	ಐಎಲ್-೬೨	ಇಲ್ಯುಷಿನ್ (ರ)	೫೩೦–೫೬೦	೧೮೬	೧೯೬೬
೫.	ಟಿಯು-೧೧೪	ಟುಪೊಲೆಫ್ (ರ)	೪೬೦–೫೦೦	೨೨೦	೧೯೬೧
೬.	ಡಿಸಿ-೮,೬೨ ಡಿ ಸಿ-೮,೬೩	ಡಗ್ಲಾಸ್ (ಅ)	೫೪೦–೫೮೦	೨೫೦	೧೯೬೭
೭.	ಸುಪರ್‌ಸುಪರ್ ವಿಸಿ-೧೦	ಬಿಎಸಿ (ಬ್ರಿ)	—	೨೮೫	೧೯೬೮
೮.	ಎಲ್-೫೦೦	ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ (ಅ)	೫೭೦	೯೦೨	೧೯೭೧
೯.	ಎ ಎನ್-೨೨,	ಆಂಟಿಯಸ್ ಆಂಟಿ ನಾಫ್ (ರ)	೪೬೦	೭೨೦	—
೧೦.	ಬೋಯಿಂಗ್-೭೪೭	ಬೋಯಿಂಗ್ (ಅ)	೪೭೦	೪೯೦	೧೯೭೦
೧೧.	ಸುಧಾರಿತ ೭೪೭	ಬೋಯಿಂಗ್ (ಅ)	—	೬೦೦	—

(ಅ–ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಸಂಸ್ಥಾನ; ಬ್ರಿ–ಬ್ರಿಟನ್ ; ರ–ರಷ್ಯಾ.)

ಈಗ ಅಮೆರಿಕಾ ರಷ್ಯಾಗಳೆರಡೂ ಜೆಟ್ ಬಾಂಬರ್‌ಗಳನ್ನೇ ಬಳಕೆಗೆ ತಂದಿವೆ. ರಷ್ಯದ ಟರ್ಬೋ ಪ್ರಾಪ್ ಬಾಂಬರ್ ಟಿಯು-೨೦ (ಅಮೆರಿಕನ್ನರು ಈ ಬಾಂಬರಿಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಹೆಸರು 'ಬೇರ್') ಅಮೆರಿಕದ ಬಿ-೫೨ಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿದೆ. ಇಂಧನವನ್ನು ಮತ್ತೆ ತುಂಬಿಸದೆ ಇದು ಹನ್ನೆರಡು ಟನ್ ತೂಕದ ಶಸ್ತ್ರಾಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತು ೬,೦೦೦ ಮೈಲಿ ಹಾರಬಲ್ಲುದು. ರಷ್ಯದ ಟಿ ಯು-೧೬ (ಅಡ್ಡಹೆಸರು, ಬ್ಯಾಡ್ಜರ್) ಹತ್ತುಟನ್ ತೂಕದ ಶಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ೪,೦೦೦ ಮೈಲಿ ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲುದು; ಅಮೆರಿಕದ ಬಿ-೪೭ಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿದೆ. ಬ್ಲೈಂಡರ್ ಎಂಬ ರಷ್ಯದ ಬಾಂಬರ್ ಅಮೆರಿಕದ ಬಿ-೫೮ ರೊಡನೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಎರಡು ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು ಉತ್ತರ ದಹನದಿಂದ ೫೩,೦೦೦ ಪೌಂಡಿನಷ್ಟು ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಜನಿಯಿಸಬಲ್ಲವು. ಎತ್ತರದ ಸ್ತರ(೬೦,೦೦೦ ಅಡಿಗೂ ಮೇಲೆ)ದಲ್ಲಿ ಮಾಖ್ ೧.೫-೧.೮ರ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಬೌಂಡರ್ ಎಂಬುದು ಮಾಖ್ ೭ರ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಇಂದು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಖ್ಯಾತ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನಗಳ ಗುಣ

ವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ೨ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ (ಆಧಾರ; ಡುಲ್‌ಬರ್ಗರ್, ಸ್ಪೇಸ್ / ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್, ನವೆಂಬರ್ ೬೬).

ಪಟ್ಟಿ ೨. **ಕೆಲವು ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನಗಳು**

ಹೆಸರು	ಆಕೃತಿ ಉದ್ದ × ಅಗಲ (ಅಡಿಗಳಲ್ಲಿ)	(ತೂಕ ಪೌಂಡ್)	ಅತ್ಯುಚ್ಚ ವೇಗ (ಮಾಖ್)	ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರ (ಅಡಿ)	ನೂಕುಬಲ (ಪೌಂಡ್)
ಎಫ್-೧೦೨ ಎ (ಅ) (ಡೆಲ್ಟಾ ಡ್ಯಾಗರ್)	೬೮ × ೩೮	೩೨,೦೦೦	೧.೨೫	೫೪,೦೦೦	೧೭,೦೦೦
ಎಫ್-೧೦೪ (ಅ) (ಸ್ಟಾರ್ ಫೈಟರ್)	೫೫ × ೨೨	೨೩,೬೦೦	೨.೨	೫೫,೦೦೦	೧೪,೦೦೦
ಎಫ್-೧೧೧ ಬಿ (ಅ)					
ಎಫ್-೧೦೬ ಎ (ಅ) (ಡೆಲ್ಟಾ ಡಾರ್ಟ್)	೭೦ × ೩೮	೩೫,೦೦೦	೨.೩	೭೦,೦೦೦	೨೪,೫೦೦
ಎಫ್-೪ ಸಿ (ಫಾಂಟಂ)	೫೮ × ೩೮	೫೯,೦೦೦	೨.೨	೭೧,೦೦೦	೩೪,೦೦೦
ಮಿಗ್-೨೧ (ಫಿಷ್ ಬೆಡ್)	೫೫ × ೨೫	೧೮,೮೦೦	೧.೬	೬೦,೦೦೦	೧೨,೫೦೦
ಮಿಗ್-೨೩ (ಫ್ಲಿಪರ್)	—	—	೨.೪	೬೦,೦೦೦	೨೫,೦೦೦

ಇವುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇತರ ಹಲವು ವಿಮಾನಗಳು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ. ರಷ್ಯದ ಮೇಲೆ ಗೂಢಚಾರಿಕೆಯ ಹಾರಾಟಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಹೊಡೆದು ಕೆಡವಲ್ಪಟ್ಟ ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ ತಯಾರಿತ ಯು-೨ ವಿಮಾನ ೭೦,೦೦೦ ಅಡಿಗಳಿಗೂ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘ ದೂರಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಬಲ್ಲುದು, ೮೦ ಅಡಿ ಅಗಲದ ರೆಕ್ಕೆಯಿಂದ ಗ್ಲೈಡರ್‌ನಂತೆಯೂ ನಿಶ್ಶಬ್ದವಾಗಿ ತೇಲಬಲ್ಲುದು, ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಕ್ಯಾಮರಾಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಈಗ ಅಮೆರಿಕದ ಸ್ಟ್ರಾಟಜಿಕ್ ಏರ್ ಕಮಾಂಡ್‌ಗಾಗಿ ಅತಿ ಬಲಯುತವಾದ ಎಸ್ ಆರ್-೭೧ ವಿಮಾನವು ಯು-೨ ಅನ್ನು ಹಳೆಯದನ್ನಾಗಿಸಿದೆ. ದ್ವಿ-ಡೆಲ್ಟಾ ರೆಕ್ಕೆಯ ಈ ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ ನಿರ್ಮಿತ ವಿಮಾನ ೧೦೦ ಅಡಿ ಉದ್ದವಿದ್ದು ಮಾಖ್ ೩.೫ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ೯೦,೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾಲಬಲ್ಲುದು. ಇಂದು ವಿಶ್ವದಲ್ಲೇ ಅತಿ ವೇಗಶಾಲಿಯಾದ ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ವೈ ಎಫ್-೧೨ ಎ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನವನ್ನಾಗಿಯೂ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಟೈಟಾನಿಯಂನಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಈ ವಿಮಾನ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕವಾಗಿದೆ.

ಮಾನವನನ್ನು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದ ಅಂಚಿಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ದು ವಿಮಾನ ಎಕ್ಸ್-೧೫ (X ಎಂಬುದು Experimental-ಪ್ರಯೋಗಾತ್ಮಕ- ಎಂಬುದರ ಸಂಕೇತ). ನಾರ್ತ್ ಅಮೆರಿಕನ್ ಸಂಸ್ಥೆಯಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಈ ವಿಮಾನ ತಾಯಿ-ವಿಮಾನವೊಂದರ ಮಡಿಲಿನಲ್ಲಿ ವಾತಾವರಣದ ಮೇಲಿನ ಸ್ತರಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ ಅಲ್ಲಿ ತಾಯಿ ವಿಮಾನವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ತನ್ನ ೬೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ಶಕ್ತಿಯ ರಾಕೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಬಲದಿಂದ ೫೦ ಮೈಲಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರಿ ೧೯೬೨ರಲ್ಲಿ ವಿಕ್ರಮವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿತು. ಇದರ ವೇಗ(ಘಂಟೆಗೆ ೪,೦೦೦ ಮೈಲಿಗೂ ಹೆಚ್ಚು)ವೂ ವಿಕ್ರಮವೇ. ಮುಂದೆ ಇದು ೬೭ ಮೈಲಿ ಎತ್ತರವನ್ನೂ ಹಾರಿತು.

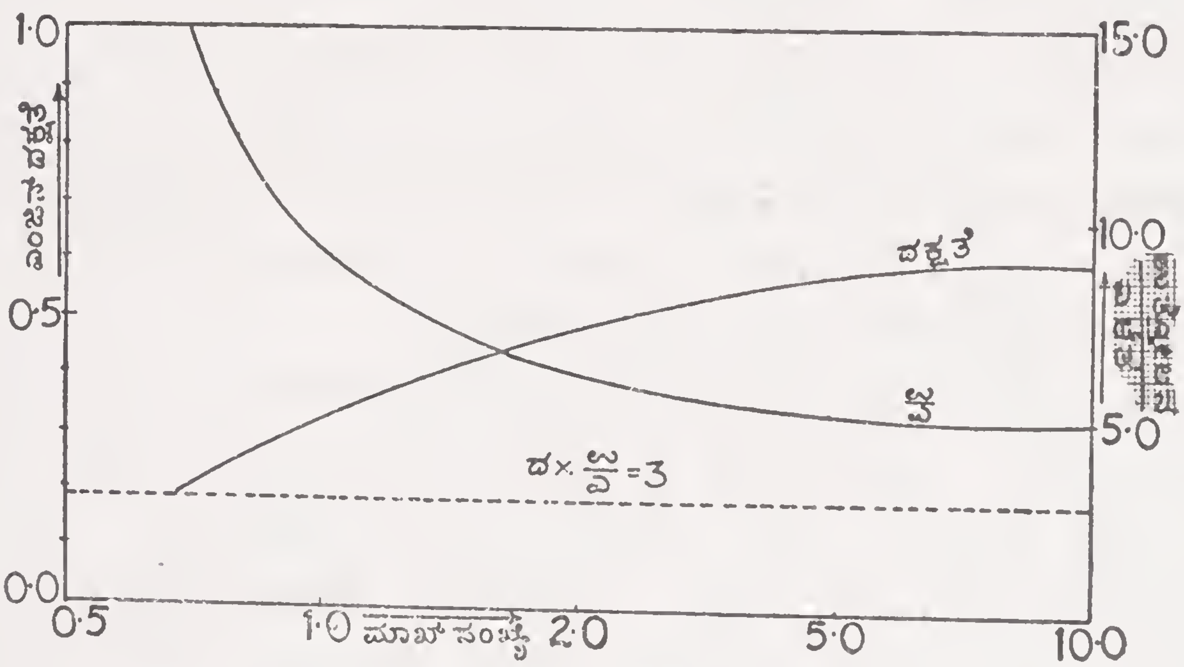
ವಿವಿಧ ವಿಮಾನಗಳ ದಕ್ಷತೆ, ಅವುಗಳ ಉಪಯೋಗ

ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ಬಂದಮೇಲೆಯೂ ನಮ್ಮ ಎತ್ತಿನಗಾಡಿಯ ಉಪಯೋಗ ಕಡಮೆಯಾಗಲಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನಗಳು ಬಂದಮೇಲೆಯೂ ಪ್ರೊಪೆಲರ್ ಎಂಜಿನ್ ವಿಮಾನವು ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಬೇರೆಬೇರೆ ಉದ್ದೇಶಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ತರಹೆಯ ವಿಮಾನಗಳು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಜುಲೈ ೧೯೬೬ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟ ರಾಯಲ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಉಪನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಡಾ. ಕುಖೆಮಾನ್ (ನ್ಯೂ ಸೈಂಟಿಸ್ಟ್, ೩೧ : ೧೩೦, ೧೯೬೬) ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ: (೧) ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಮಾನಗಳು-ಕಳೆದ ಐವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಬಳಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವುವು. (೨) ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಿದ ರೆಕ್ಕೆಯ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನಗಳು. (೩) ಈಗತಾನೆ ಹೊರಬಿದ್ದಿರುವ ತೆಳುರೆಕ್ಕೆ ವಿಮಾನಗಳು : ದೇಹ-ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಸಮಗ್ರವಾಗಿ ರೂಪಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. (೪) ಭವಿಷ್ಯದ ವಿಮಾನ : ಅಲೆಸವಾರಕ, ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗದ ಈ ವಿಮಾನಗಳು ಈಗ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

ದಕ್ಷತೆ : ವಿಮಾನದ ದಕ್ಷತೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಉಪಭಾಗಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಚಾಲಕದಕ್ಷತೆ; ಎಂಜಿನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಉರಿಯುವ ಇಂಧನದ ಶಾಖವು ಜೆಟ್ ಅನಿಲಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿ(kinetic energy)ಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವ ದಕ್ಷತೆ ಇದರ ಮೊದಲ ಅಂಶ. ಸಾಧಾರಣ ಜೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯ ಸರಬರಾಜು ಸರಿಯಾಗಿ ಆಗದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ದಹನ ಸರಿಯಾಗಿ ಆಗದೆ ಅನಿಲಗಳ ವೇಗ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ, ದಕ್ಷತೆ ಕಡಮೆ. ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಕ್ಷತೆಯ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಶ ಫ್ರೌಡ್ (Froude)ದಕ್ಷತೆ. ವೇಗದ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವಾಗ ಕ್ರಿಯೆ-ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳೆರಡರ ವೇಗವೂ ಒಂದೇ ಆದಾಗ ದಕ್ಷತೆ ಅತ್ಯುಚ್ಚವಾಗಿರುವುದು ಎಂಬುದೇ ಫ್ರೌಡನ ನಿಯಮ. ಕಡಮೆ ವೇಗದ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಫ್ರೌಡ್ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಕಡಮೆ ; ಏಕೆಂದರೆ ಈ ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಜೆಟ್ ಅನಿಲಗಳ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್

ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ರ್ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್‌ನ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಶಾಖದ ದಕ್ಷತೆ ಜಾಸ್ತಿಯಾಗುವುದು. ಹೆಚ್ಚು ಗಾಳಿ ದೊರೆಯುವುದರಿಂದ, ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚುವ ಕಾರಣ ಫ್ರೌಡ್ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಫ್ಯಾನ್ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಗಾಳಿಯ ಸರಬರಾಜಿನಿಂದಲೂ, ಜೆಟ್ ಅನಿಲದ ವೇಗವನ್ನೇ ಕಡಮೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದಲೂ ಶಾಖದ ಮತ್ತು ಫ್ರೌಡ್ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೈಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ಕ್ರ್ಯಾಮ್ ಜೆಟ್‌ನ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಶಾಖದ ದಕ್ಷತೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ, ಫ್ರೌಡ್ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಉತ್ತಮಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಇಂಧನ ಹಗುರವಾದುದರಿಂದ ಭಾರವನ್ನೂ ತಗ್ಗಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಎಂಜಿನ್ ದಕ್ಷತೆ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕಾಗಿ ತೆರಬೇಕಾದ ಬೆಲೆ: ವಿಮಾನದ ಶರೀರದ ಉತ್ತೋಲನ ದಕ್ಷತೆಯ ಇಳಿತಾಯ.

ವಿಮಾನದ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಅದರ ಉತ್ತೋಲನ ಎಳೆತದ ಪ್ರಮಾಣ ಕುಂದುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ವಿಮಾನವನ್ನು ಎತ್ತುವ ಬಲಕ್ಕಿಂತ ಅದರ ಚಲನೆಯನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವ ಬಲ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ವಿಮಾನದ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ನೂಕುಬಲವೂ ಅಧಿಕವಾಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನದ ಉತ್ತೋಲನ ದಕ್ಷತೆ ಅದರ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಕುಂದುತ್ತದೆ.



ವಿಮಾನದ ದಕ್ಷತೆ

ಕೊನೆಗೆ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಉತ್ತೋಲನ/ಎಳೆತ ಪ್ರಮಾಣದೊಡನೆ ಗುಣಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಸಮಗ್ರ ದಕ್ಷತೆಯ ಪ್ರಮಾಣ ಪ್ರತಿ ದರ್ಜೆಯ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿಯೂ ೩ ಆಗುತ್ತದೆ!

ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿ ದರ್ಜೆಯ ವಿಮಾನವೂ ಅದರ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಆದರ

ಣೀಯವೇ. ಕುಚೆಮಾನರ ಸಲಹೆ ನಾಲ್ಕೂ ತರಹೆಯ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ವಿಧದ ಪ್ರಯಾಣಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂದು. ಸಾವಿರ-ಒಂದೂವರೆ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿನ ದೂರಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಿಸಲು ಸಾಧಾರಣ ಜೆಟ್-ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಿದ ರೆಕ್ಕೆಯ ವಿಮಾನಗಳು ಸಾಕು. ಎರಡೂವರೆ ಮೂರು ಸಾವಿರ ಮೈಲು ದೂರಗಳಿಗೆ–ಅಟ್ಲಾಂಟಿಕ್ ಸಾಗರವನ್ನು ದಾಟಲು–ತೆಳುರೆಕ್ಕೆಯ ರ್‍ಯಾಮ್‌ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ವಿಮಾನ ಸರಿ. ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಹಾರಲು ಹೈಪರ್ ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನ ಬೇಕು. ಈ ಎಲ್ಲ ಪ್ರಯಾಣಗಳಿಗೂ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲ ಎರಡು ಘಂಟೆ ಮಾತ್ರ.

ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್

ಸಾಧಾರಣ ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣವೇ ಬೇಡ; ಇದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಕಡೆ ನಿಲ್ಲುವುದೂ ಸಾಧ್ಯ. ಹಿಂದಕ್ಕೆ, ಮುಂದಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಹಾರಬಲ್ಲುದು. ಇದಕ್ಕೆಲ್ಲಾ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಅದರ ತಲೆಯ ಮೇಲಿರುವ ತಿರುಗುವ ಗಿರಿಗಿಟ್ಟಿಯ ಹಾಗಿರುವ 'ರೋಟಾರ್'. ರೋಟಾರ್ ಭೂಸಮಾನಾಂತರ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುವುದರಿಂದ ಗಾಳಿಯು ಕೆಳಗೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಮೇಲೆತ್ತಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ಉತ್ತೋಲನ ಅದರ ವೇಗವನ್ನವಲಂಬಿಸಿಲ್ಲ. ವಿಮಾನದ ಎಂಜಿನ್ ಕೆಟ್ಟು ಹೋದರೂ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಕೆಳಗಿಳಿಯುವ ವೇಗದಿಂದ ರೋಟಾರ್ ತಿರುಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಸ್ವಚಲನೆಯಿಂದಲೇ ವಿಮಾನದ ಪತನವನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿಸಿ, ಮೃದುವಾಗಿ ಕೆಳಗಿಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ಮುಖ್ಯ ಅವಗುಣಗಳು: ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಶಕ್ತಿ ಅತಿಯಾಗಿರಬೇಕು, ಭಾರ ಜಾಸ್ತಿ, ವೇಗಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯುಂಟು, ಶಬ್ದವೂ ಹೆಚ್ಚು.

ರೋಟಾರ್ ಭೂಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ತಿರುಗಿದರೆ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿಗೆ ಉತ್ತೋಲನ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ರೋಟಾರನ್ನು ಬಾಗಿಸಿದರೆ ಗಾಳಿಯ ಚಲನೆ ಒಂದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಆಗುವುದರಿಂದ ಅದರ ಎದುರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ರೋಟಾರನ್ನೇ ಬಾಗಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಆದುದರಿಂದ ಈಚಿನ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ರೋಟಾರ್ ಅಲುಗುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಬುಡದಲ್ಲಿ ಕೀಲಿನಿಂದ ಜೋಡಿಸಲಾಗಿದ್ದು ಅಲಗುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕೋನಗಳ ಮುಖವಾಗಿ ತಿರುಗಲು ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಲಗು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸಂಧಿಸುವ ಮುಖದ ಕೋನವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸುತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ರೋಟಾರನ್ನು ಬಾಗಿಸಿದಂತೆಯೇ ಆಗಿ ವಿಮಾನವು ಒಂದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ರೋಟಾರ್‌ನ ಗಾತ್ರ, ವೇಗಗಳ ಮಿತಿಯಿಂದಾಗಿ ವಿಮಾನದ ವೇಗಕ್ಕೂ ಮಿತಿಯುಂಟು. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಹಾರಿರುವ ಅತ್ಯುಚ್ಚವೇಗ ಘಂಟೆಗೆ ೨೫೦ ಮೈಲಿಯಷ್ಟು.

ಈಚೆಗೆ ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಬಳಕೆಯಿಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚು ಹಗುರವಾದ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದೂರಗಳಿಗೆ ಒಯ್ಯುವ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳು ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿವೆ.

ಹಲವು ವಿಧದ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳ ರಚನೆಯಾಗಿದೆ. ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಜನಪ್ರಿಯವಾದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ರೋಟಾರ್ ಭೂಸಮಾನಾಂತರ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಸಣ್ಣ ರೋಟಾರ್ ಊರ್ಧ್ವ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧದ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಒಂದೇ ಗಾತ್ರದ ರೋಟಾರ್‌ಗಳು ಭೂಸಮಾನಾಂತರ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಎರಡು ರೋಟಾರ್‌ಗಳೂ ಒಂದೇ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲಿರುವುದೂ ಉಂಟು. ಕೆಲವು ಆಧುನಿಕ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪಟ್ಟಿ ೩ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ ೩. ಕೆಲವು ಆಧುನಿಕ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳು

೧. ಹೆಸರು	೨೦೪ ಬಿ	ಜೆಟ್‌ರೇಂಜರ್	೨೦೯, ಹುವೆ ಕೋಬ್ರಾ	ಓಎಚ್-೬ ಎ
೨. ತಯಾರಕರು	ಬೆಲ್	ಬೆಲ್	ಬೆಲ್	ಹ್ಯೂಸ್
೩. ಸೀಟುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ	೧೦	೫	೨	೬
೪. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ಭಾರ (ಪೌಂಡು)	೪,೬೦೦	೧,೩೦೦	—	
೫. ಒಯ್ಯುವ ಭಾರ (ಪೌಂಡು)	೩,೯೦೦	೧,೬೦೦	—	
೬. ಎಂಜಿನ್	—	ಟರ್ಬೈನ್	ಟರ್ಬೋ ಷಾಫ್ಟ್	ಟರ್ಬೈನ್
೭. ಅಶ್ವಶಕ್ತಿ (ಏರುವಾಗ)	೧,೧೦೦	೩೧೭	೧,೪೦೦	—
೮. ಅತ್ಯುಚ್ಚ ವೇಗ (ಘಂಟೆಗೆ, ಮೈಲು)	೧೩೮	—	೧೮೦	೧೭೨
೯. ಹಾರುವ ದೂರ (ಮೈಲು)	೩೩೦	೪೦೦	—	೨,೨೦೦
೧೦. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಎತ್ತರ (ಅಡಿ)	೧೫,೮೦೦	—	—	೧೮,೦೦೦
೧೧. ರೋಟಾರ್ ಅಲಗು	—	೨	೨	೪

ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ಉಪಯೋಗಗಳು : ಮೊದಲು ಕೇವಲ ದುಬಾರಿಯಾದ ಒಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಆಟಿಕೆಯಾಗಿದ್ದ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಕೊರಿಯಾ ಯುದ್ಧ(೧೯೫೨)ದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಿತು. ಗಾಯಗೊಂಡ ಸೈನಿಕರನ್ನು ರಣರಂಗದಿಂದ ಸಾಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಯಾವ ವಾಹನದಿಂದಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಯಶಸ್ವಿಯಾಯಿತು. ಮಿಲಿಟರಿ ಉಪಯೋಗದ ಯೋಗ್ಯತೆಯ ಅರಿವುಂಟಾದಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಹೊಸ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳ

ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು. ವಿಯಟ್ನಾಂ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರನ್ನು ಆಂಬುಲೆನ್ಸ್ ಆಗಿ ಮಾತ್ರ ಅಲ್ಲದೆ ಸೈನಿಕ ಸಾಗಣೆಗಾಗಿಯೂ ಆಯುಧಗಳನ್ನು ತಳೆದ ಯುದ್ಧ ವಾಹನವಾಗಿಯೂ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈಗ ಭಾರತ ಸೈನ್ಯವೂ ಬೆಟ್ಟಗುಡ್ಡಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗಣೆಗಾಗಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಉಪಯೋಗ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ.

ಅನತಿ ದೂರಕ್ಕೆ ಕೆಲವೇ ಪ್ರಯಾಣಿಕರನ್ನು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಒಯ್ಯಲು ಹೆಲಿ ಕಾಪ್ಟರ್ ಅತಿ ಉಪಯೋಗಕಾರಿ. ದೊಡ್ಡ ನಗರಗಳಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣದಿಂದ ನಗರದೊಳಕ್ಕೆ ಹೋಗಲೂ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ವೇಗವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಸಮಾಚಾರ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಹಿಂಬಾಲಿಸಿ ಟೆಲಿವಿಷನ್ನಿಗಾಗಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರಮಾಡಲು ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೋಟಾರ್ ಕಾರ್ ಓಟದ ಪಂದ್ಯವನ್ನು ಹೀಗೆ ಪ್ರಸಾರಮಾಡ ಲಾಗಿದೆ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಚಲಚ್ಚಿತ್ರ ಕ್ಯಾಮರಾವನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಲಾಗಿದೆ. ಕಾಡುಕಿಚ್ಚನ್ನು ಆರಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಂಟೇಷನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪೈರುಗಳ ಮೇಲೆ ಔಷಧಗಳ ಸಿಂಚನೆಗಾಗಿಯೂ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಸಮುದ್ರ ಸಂಚಾರಿಗಳು ಅಥವಾ ವಾಯು ಸಂಚಾರಿಗಳು ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದಾಗ ಅವರ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿಯೂ, ಮುಳುಗುಗಾರರ ಸಹಾಯಕ್ಕೂ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಅತ್ಯುಪಕಾರಿ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಸಾಗಣೆಯ ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಪುರಗಳನ್ನು ದುರ್ಗಮ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನೆಡುವುದಕ್ಕೂ, ಪೈಪ್ ಲೈನ್‌ಗಳನ್ನು ಹಾಕುವುದಕ್ಕೂ, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ತಂತಿಗಳ ರಿಪೇರಿಗೂ ಪೋಲೀಸ್ ಗಸ್ತಿಗೂ ಇದು ಉಪಯೋಗಿ ಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ. ಉಪಯೋಗಿಸುವವರ ಅಗತ್ಯ, ಭಾವನಾ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸಾಧನ ಸಂಪತ್ತುಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿ ಅಗಣಿತವಾದ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಉಪಯೋಗ ವಾಗುವ ಅವಕಾಶವಿದೆ.

ವಿಟಿಓಎಲ್

ವಿಟಿಓಎಲ್ (VTOL) ಎಂಬುದು Vertical take off and landing (ಊರ್ಧ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಏರುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಇಳಿಯುವಿಕೆ) ಎಂಬುದರ ಹ್ರಸ್ವ ರೂಪ. ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಸಾಧಾರಣ ವಿಮಾನಗಳೆರಡರ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಾದ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಇದರಲ್ಲಿ ಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಲವು ವಿಮಾನ ತಯಾರಕರ ವಿವಿಧ ರೂಪಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು.

ಅಮೆರಿಕದ ಸೈನ್ಯದೊಂದಿಗೆ ಹ್ಯೂಸ್ ಟೂಲ್ ಕಂಪನಿಯು (Hughes Tool Company) ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುವ ಒಂದು ಗುತ್ತಿಗೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ವಿಟಿಓಎಲ್ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಆ ಕಂಪೆನಿ ಕೈಗೊಂಡಿದೆ. ಇವರ ರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ವಿಚಾರಗಳ ಉಪಯೋಗವಾಗಿದೆ. ವಿಮಾನವು ಏರುವಾಗ,

ಇಳಿಯುವಾಗ, ಸ್ತಬ್ಧವಾಗಿ ನಿಂತಾಗ ಮತ್ತು ಕಡಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುವಾಗ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನಂತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನದಂತೆಯೂ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನ ರೋಟಾರ್‌ನ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಶಾಲವಾದ ತ್ರಿಕೋಣಾಕೃತಿಯ ಗುಂಬ (hub) ವಿರುತ್ತದೆ. ಗುಂಬದಿಂದ ಮೂರು ಅಗಲವಾದ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹೊರಬಿದ್ದಿವೆ. ವಿಮಾನವು ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುವಾಗ ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಉಚ್ಚ ಶಕ್ತಿಯ ನಿಷ್ಕಾಸ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಗುಂಬದ ಮೂಲಕ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಒಳಗೆ ಇರುವ ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಕ್ಕಕ್ಕೆ ಹೊರ ತಳ್ಳಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಿಲಗಳ ವೇಗಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಾಗಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳೂ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು ರೋಟಾರ್ ಮತ್ತು ಗುಂಬ ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ರೋಟಾರ್ ಒಂದು ಟರ್ಬೈನಿನಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಶಾಖವನ್ನು ಚಾಲಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಗೇರ್‌ಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳು ಅನಗತ್ಯವಾಗಿ ಸಾಧಾರಣ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವಯುತವಾದ, ಖಾಲಿಭಾರದ ಎರಡರಷ್ಟು ತೂಕವನ್ನು ಹೊರಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಈ ವಿಮಾನ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಘಂಟೆಗೆ ೯೦ ಮೈಲಿ ವೇಗವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ವಿಮಾನದ ಜೆಟ್ ಅನಿಲಗಳು ರೋಟಾರ್ ಅಲಗುಗಳಿಂದ ಹಿಂದೆಗೆಯಲ್ಪಟ್ಟು, ನೇರವಾದ ಕೊಳವೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ವಿಮಾನಗ ಬಾಲದಲ್ಲಿ ಹೊರಬಿದ್ದು ವಿಮಾನದ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ ರೋಟಾರ್ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಶಕ್ತಿಹೀನವಾಗಿ ಗಿರಿಗಿಟ್ಟೆಯಂತೆ ಸುಮ್ಮನೆ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ.

ಘಂಟೆಗೆ ೧೫೦ ಮೈಲಿಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗ ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ರೋಟಾರ್ ತಡೆಯಲ್ಪಟ್ಟು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಒಂದು ರೆಕ್ಕೆ ಮುಂದುಗಡೆ ವಿಮಾನದ ದೇಹದ ಮೇಲೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ ನಿಂತು, ಉಳಿದ ಎರಡು ರೆಕ್ಕೆಗಳೂ ತ್ರಿಕೋಣಾಕೃತಿಯ ಗುಂಬವೂ ಸೇರಿ ಒಂದು ಡೆಲ್ಟಾ ರೆಕ್ಕೆಯ ಆಕಾರವನ್ನು ತಳೆದು ಹಾಗೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೇರೆ ವಿಟಿಓಎಲ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ ರೋಟಾರನ್ನು ಮಡಿಸಬೇಕಾದ, ಒಳಗೆ ತೆಗೆದು ಇರಿಸಬೇಕಾದ ಸಮಸ್ಯೆ ಈ ರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲ. ಎಕ್ಸ್‌ವಿ-೯ ಎ ಎಂಬ ಸಂಶೋಧನಾ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಶಾಖ–ಚಕ್ರದ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಲಾಗಿದೆ. ಗಾಳಿ ಸುರಂಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಲ್ಲಿ ರೋಟಾರ್–ರೆಕ್ಕೆ ಡೆಲ್ಟಾ ವಿಮಾನದ ಯೋಜನೆಯೂ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ವಿಮಾನದ ನಿರ್ಮಾಣ ಇನ್ನೂ ಆಗಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಎಫ್-111

ಪ್ರಭಾವಯುತವಾದ ವಿಮಾನವೊಂದನ್ನು ಆಧುನಿಕ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸುವುದು

ಇಂದು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಧನವ್ಯಯ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ನೈಪುಣ್ಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅಷ್ಟು ಖರ್ಚು ಮಾಡಿ ತಯಾರಿಸಿದ ವಿಮಾನವೂ ಕೆಲವೇ ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ ಹಳೆಯ ದಾಗಿ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ವಿಮಾನಗಳು ಹೊರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅವಿರ್ಭವಿಸುವು ದನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾನ ನಿರ್ಮಾಣ ಇಂದು ಅತಿ ದುಬಾರಿಯಾದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದ ವಿಮಾನ ನಿರ್ಮಾಪಕ ರಾಷ್ಟ್ರವಾಗಿದ್ದ ಬ್ರಿಟನ್ ಇಂದು ರಷ್ಯಾ ಅಮೆರಿಕಾಗಳ ಹಿಂದೆ ಉಳಿದಿದೆ. ಬ್ರಿಟನ್ ನಿರ್ಮಿಸಲು ಯೋಜಿಸಿದ್ದ ಟಿಎಸ್ ಆರ್-೨ ಎಂಬ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನದ ನಿರ್ಮಾಣವನ್ನು ವಿಲ್ಸನ್ ಸರಕಾರ ಅಂಗೀ ಕಾರಮಾಡಲಿಲ್ಲ; ಅದರ ಬದಲು ಅಮೆರಿಕದ ಎಫ್-111ನ್ನು ಕೊಳ್ಳಲು ನಿಶ್ಚಯಿಸಿ ದಾಗ ಲೇಬರ್ ಸರಕಾರದ ಭದ್ರತೆಗೇ ಹಾನಿಯಾಯಿತು.

ಎಫ್-111 ಒಂದು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ವಿಮಾನ; ಒಂದೇ ಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಲವು ವಿಮಾನಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದೆ. ಕೆಲವೇ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ ಇದನ್ನು ಫೈಟರ್, ಬಾಂಬರ್, ಬೇಹುಗಾರಿಕೆ (reconnaissance) ಕಾರ್ಯ ಗಳಿಗೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಅಮೆರಿಕದ ವಾಯು ಸೇನೆ ಫೈಟರ್ (ಎಫ್-111 ಎ) ಆಗಿಯೂ, ಸ್ಟ್ರಾಟಜಿಕ್ ಬಾಂಬರ್ (ಎಫ್ ಬಿ 111) ಆಗಿಯೂ, ಬೇಹು ಗಾರಿಕೆ ವಿಮಾನ (ಆರ್ ಎಫ್-111 ಎ) ವಾಗಿಯೂ, ಅದೇ ರಾಷ್ಟ್ರದ ನೌಕಾಬಲವು ಫೈಟರ್ (ಎಫ್-111 ಬಿ) ಆಗಿಯೂ, ರಾಯಲ್ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯನ್ ಏರ್ ಫೋರ್ಸ್ ದಾಳಿಯ ವಿಮಾನ (ಎಫ್-111 ಸಿ) ವಾಗಿಯೂ, ರಾಯಲ್ ಏರ್ ಫೋರ್ಸ್ ಧಾಳಿ ಬೇಹುಗಾರಿಕೆ ವಿಮಾನವನ್ನಾಗಿಯೂ ಕೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

ಈ ವಿವಿಧ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ವಿಮಾನ ಮಾಡುವುದು ಅದರ ಎರಡು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳಿಂದ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಹಾರುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಅದರ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಬದಲಿಸಬಹುದು— ಹಿಂದೆ ಮುಂದೆ ತಳ್ಳಬಹುದು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಇದು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಮಿತವ್ಯಯಕಾರಿಯಾದ ಉತ್ತರದಾಹಕವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಟರ್ಬೋಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್ನು ವಿಸ್ತಾರವಾದ ವಿವಿಧ ಶಕ್ತಿಯ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಅಗತ್ಯತೆಗಳಿಗಾಗಿ ಕೊಡಬಹುದು.

ಗುಣ ವಿಶೇಷಗಳು :

೧. ಏರಲು, ಇಳಿಯಲು ಬೇಕಾದ ದೂರ–೩೦೦೦ ಅಡಿ ಮಾತ್ರ.

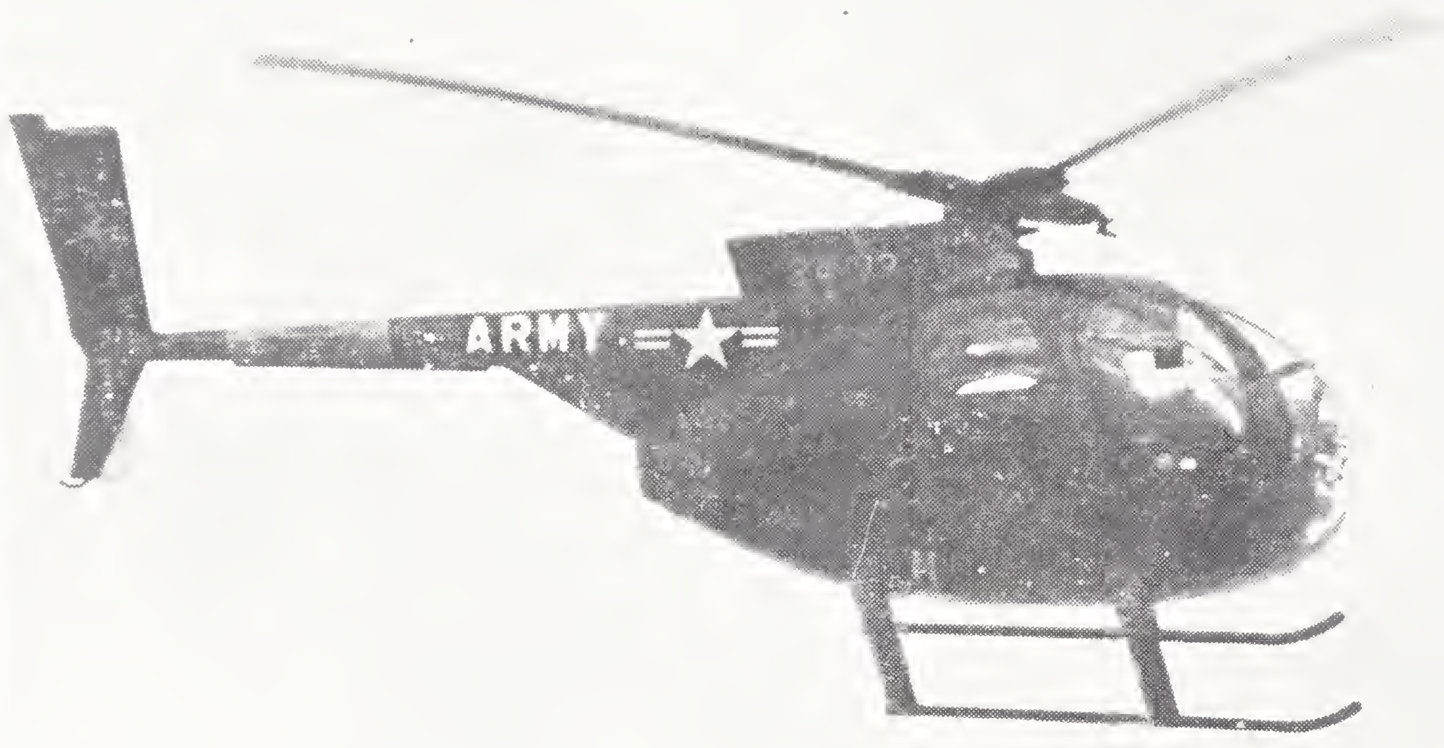
೨. ಸಣ್ಣ, ಒರಟಾದ ರನ್‌ವೇಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ವಿಮಾನ ಸಾಗಣೆ ಹಡಗಿನಿಂದಲೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಲ್ಲುದು.

೩. ಹಾರುವ ದೂರ; ೨–೩,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳು.

೪. ವೇಗ; ಮಾಖ್ ೨–೫, ಎತ್ತರದ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ.



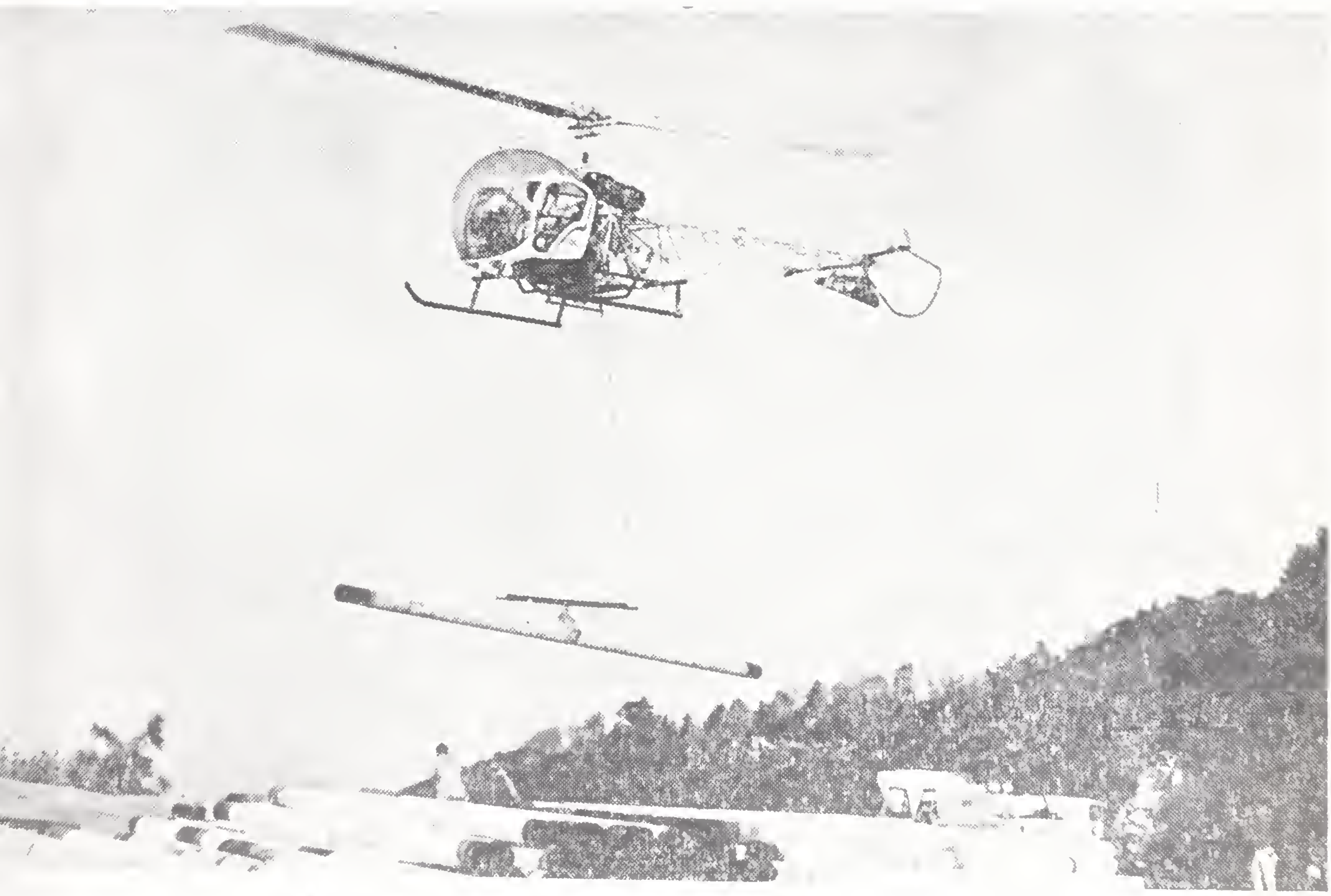
ಅಮೆರಿಕದ ಬೆಲ್ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಕಂಪೆನಿಯಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಮೂರು ಹುಯೀ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳು.
ಮೇಲಿನದು ಸೈನ್ಯ ಸಾಗಾಣಿಕೆಯ ಯು ಎಚ್–೧ಡಿ. ಮಧ್ಯದ್ದು ರಕ್ಷಕವಿಮಾನ ಯು ಎಚ್–೧ಬಿ.
ಕೆಳಗಿನದು ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಹುಯೀ ಕೊಬ್ರ, ಫಿರಂಗಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.



ಗಂಟೆಗೆ ೧೭೩ ಮೈಲಿ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರಿ ಒಂದೇ ಬಾರಿಗೆ ೧೨೧೩ ಮೈಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿ ವಿಕ್ರಮ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಅಮೆರಿಕದ ಹ್ಯೂಸ್ ಟೂಲ್ ಕಂಪೆನಿಯ ಒ ಎಚ್–೬ ಎ



ಬೆಲ್ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಕಂಪೆನಿಯ ೪೭–ಜಿ ೫ ಅನ್ನು ಔಷಧದ ಸಿಂಚನೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.



ಪೈಪ್‌ಲೈನ್ ಹಾಕಲು ಬೆಲ್ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ



ಅಮೆರಿಕದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದಲ್ಲಿರುವ ಲೇಕ್‌ವುಡ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ಹಗಲೂ ರಾತ್ರೆ ಗಸ್ತು ತಿರುಗಲು
ಮೂರು ಹ್ಯೂಸ್–೩೦೦ ಮಾದರಿಯ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿವೆ.

೫. ವೇಗ; ಸೂಪರ್ ಸಾನಿಕ್, ಕಡಮೆಯ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ.
೬. ಬೇಹುಗಾರಿಕೆ ವಿಮಾನವಾಗಿ ಬೇರೆ ಯಾವ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಹಾರುತ್ತಾ ಇರಬಲ್ಲುದು.
೭. ಅತ್ಯುಚ್ಚ ಎತ್ತರ; ೬೦,೦೦೦ ಅಡಿ (೧೧ ಮೈಲಿ)ಗಳಿಗೂ ಮೀರಿ.
೮. ಕಳೆದ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಬಾಂಬರುಗಳಿಗಿಂತ ಆರುಪಟ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಬಾಂಬ್‌ಗಳನ್ನು ಹೊರಬಲ್ಲುದು.
೯. ಯಾವ ಹವೆಯಲ್ಲಾದರೂ ಹಗಲೂ ಇರುಳೂ ದುಡಿಯುವುದು.

ರೆಕ್ಕೆ: ಬದಲಿಸಬಹುದಾದ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಬಿಡಿಸಲಾಗದಿದ್ದ ಹಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಈ ವಿಮಾನ ಎದುರಿಸಿ ಗೆದ್ದಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾದ ಸುಧಾರಣೆ ಎಂದರೆ ಎರಡು ರೆಕ್ಕೆಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಕ್ಷಗಳನ್ನಿಟ್ಟು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪೃಥಕ್ಕಾಗಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಏರುವಾಗ, ಇಳಿಯುವಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತೋಲನವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲು ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ೧೬° ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ; ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಗಲವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದಿಂದ ಎಳೆತ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಆಗ ರೆಕ್ಕೆಯ ಅಗಲ ವಿಸ್ತೀರ್ಣಗಳನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡುವ ಸಲುವಾಗಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳುತ್ತಾ ೭೨.೫°ಯವರೆಗೂ ಹಿಂದೆ ಹಾಕಬಹುದು. ಈಗ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ವಿಮಾನದ ಬಾಲದ ಹತ್ತಿರ ಬಂದಿರುತ್ತವೆ; ವಿಮಾನ ಡೆಲ್ಟಾ ವಿಮಾನವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನದ ಚಾಲಕ ತನ್ನ ವಾಹನದ ರೂಪಣೆಯನ್ನೇ ಬದಲಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ರೆಕ್ಕೆಯ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಬದಲಿಸಲು ಬಲವಾದ ಸಾಧನಗಳಿವೆ. ರೆಕ್ಕೆಗಳು ತಿರುಗುವ ಅಕ್ಷಗಳು ೮½ ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಉಕ್ಕಿನ ಸ್ತಂಭಗಳು. ಹೈಡ್ರಾಲಿಕ್ ಸಾಧನದಲ್ಲಿರುವ ದೊಡ್ಡ ತಿರುಪುಗಳು ಹಿಗ್ಗಿದಾಗ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ; ಕುಗ್ಗಿದಾಗ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಮುಂದೆ ಸರಿಯುತ್ತವೆ. ಪಿಸ್ತೂಲಿನ ಹಿಡಿಯಂತಹ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ವಿಮಾನದ ನಾಯಕ ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸರಿಸುವನೋ ಆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ರೆಕ್ಕೆಗಳೂ ಚಲಿಸುವುವು.

ಶಕ್ತಿಜನಕ: ಎಫ್-111ರ ಎರಡು ಪ್ರಾಟ್ ಅಂಡ್ ವ್ಹಿಟ್ನೆ (Pratt and Whitney) ಟಿ ಎಫ್-೩೦ ಎಂಜಿನ್ನುಗಳು ಉತ್ತರದಾಹಕವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಒಟ್ಟು ೪೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಕಡಮೆ ವೇಗದ ಹೆಚ್ಚು ದೂರದ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಟರ್ಬೋ ಫ್ಯಾನ್ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತದೆ. ಏರುವಾಗ ಮತ್ತು ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ತರದಾಹಕವೂ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ. ಇದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು, ಕುಗ್ಗಿಸಬಹುದು.

ಇತರ ವಿಶೇಷಗಳು: ಇಳಿಯುವ ಚಕ್ರಗಳು ಎರಡು ಮುಖ್ಯವಾದುವು,

ಎರಡು ಸಣ್ಣವು-ಕ್ಷೇಮದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ರಚಿಸಲಾಗಿವೆ. ವಿಮಾನದ ಇಬ್ಬರೂ ಚಾಲಕರು ಪಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಕೂರುವರು. ಇಬ್ಬರೂ ಎಲ್ಲಾ ಮಾಪಕಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ನೋಡಬಹುದು. ಚಾಲಕರಿರುವ ಸಣ್ಣ ಗೂಡು ಒತ್ತಡಿತವಾಗಿದ್ದು ಅದರಲ್ಲಿ ವಾಯು ನಿಯಂತ್ರಣ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಚಾಲಕರು ವಿಮಾನವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಾಗ ಒಂದು ಆಸ್ಫೋಟನೆಯಿಂದ ಈ ಗೂಡು ಮೇಲೆ ಎಸೆಯಲ್ಪಟ್ಟು ಅನಂತರ ಪ್ಯಾರಾಚೂಟಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಇಳಿಯುವುದು. ಯುದ್ಧ ವಿಮಾನವಾದುದರಿಂದ ಕಾಳಗಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಇತರ ಸಾಧನೆ ಅನುಕೂಲಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಮೆರಿಕದ ಡಿಫೆನ್ಸ್ ಇಲಾಖೆಯವರು ಎಫ್-111 ರ ತಯಾರಿಕೆಯ ಗುತ್ತಿಗೆಯನ್ನು ಜೆನರಲ್ ಡೈನಾಮಿಕ್ಸ್‌ಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇವರ ಸಹಾಯಕ್ಕೆ ಬದಲಿಸುವ ರೆಕ್ಕೆ, ರೇಡಾರ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಆಯುಧಗಳವ್ಯವಸ್ಥೆ, ಇತ್ಯಾದಿ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ೧೯ ದೊಡ್ಡ ಗುತ್ತಿಗೆದಾರರೂ ಇದ್ದಾರೆ. ಸುಮಾರು ೧೨,೦೦೦ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸರಬರಾಜುಕಾರರಿದ್ದಾರೆ!

ಎಫ್-111 ಎ ಯ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ವಿಸ್ತರಿತವಾದಾಗ ತುದಿಯಿಂದ ತುದಿಗೆ ಅಗಲ ೬೩ ಅಡಿ. ಎಫ್-111 ಬಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಅಗಲ ೭೩ ಅಡಿಯಾದುದರಿಂದ ಅಲೆದಾಡುವಾಗ ಅದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉತ್ತೋಲನ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಿದಾಗ ಎಫ್-111 ಎ ಅಗಲ ೩೨ ಅಡಿಮಾತ್ರ, ಎಫ್-111 ಬಿ ೩೪ ಅಡಿ. ವಿಮಾನದ ಉದ್ದ ಎಫ್-111 ಎ, ೭೨.೫ ಅಡಿ; ಎಫ್-111 ಬಿ, ೬೬ ಅಡಿ. ಉಳಿದ ಬಗೆಯ ಎಫ್-111 ವಿಮಾನಗಳು ಎಫ್-111 ಎ ದೇಹವನ್ನೂ, ಎ ಅಥವಾ ಬಿ ತರಹೆಯ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

ಈ ವಿಮಾನ ಸಾಧಿಸಿ ತೋರಿಸಿದ ಬದಲುವ ರೆಕ್ಕೆಯ ತಂತ್ರ ಈಗ ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪಿನ ವಿಮಾನ ರೂಪಣೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಇಳಿಯುವ ಆಕಾಶಯಾತ್ರಿಯ ವಾಹನಕ್ಕೂ ರೆಕ್ಕೆಯನ್ನಿಟ್ಟು ವಾಹನ ಭೂಮಿಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಹೊಕ್ಕಾಗ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಹರಡಿ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಇಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಒಂದು ಹಂಚಿಕೆ ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ—ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್

ಭವಿಷ್ಯದ ದೀರ್ಘದೂರದ ಹಾರಾಟಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಪೋರ್ಟ್ (ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ–SST–Supersonic Transport, ಶಬ್ದಾತೀತ ಸಾಗಾಣಿಕೆ) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲೇ ನಡೆಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಭರದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇವುಗಳ ವಿವರ ಹೀಗೆ ಇದೆ:

ಪಟ್ಟಿ ೪. ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ

ರಾಷ್ಟ್ರ	ರಷ್ಯಾ	ಬ್ರಿಟನ್–ಫ್ರಾನ್ಸ್	ಅಮೆರಿಕ
ವಿಮಾನದ ಹೆಸರು	ಟಯು-೧೪೪	ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್	ಬಿ-೨೭೦೭
ತಯಾರಕರು	ಟುಪೋಲೆಫ್	ಬಿಎಸಿ–ಸಡ್	ಬೋಯಿಂಗ್
ವೇಗ (ಮಾಖ್)	೨.೩	೨.೨	೨.೭
ತೂಕ (× ೧೦೦೦ ಪೌಂಡು)	೨೮೬	೩೫೦	೫೦೦
ಪ್ರಯಾಣಿಕರ ಸಂಖ್ಯೆ	೧೨೧	೧೪೦	೨೫೦
ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಬರುವ ತಾರೀಖು	೧೯೭೧	೧೯೭೧	೧೯೭೪

ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ರೂಪಿಸಿ ತಯಾರಿಸುವುದು ಎಷ್ಟು ದುಬಾರಿಯಾದ ಕೆಲಸವೆಂದರೆ ಪ್ರಬಲವಾದ ಸರಕಾರದ ಬೆಂಬಲವಿಲ್ಲದೆ ಯಾವ ವಾಣಿಜ್ಯ ವಿಮಾನತಯಾರಕನೂ ಈ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡಲಾರ. ಒಂದೇ ಸರಕಾರಕ್ಕೂ ಇದು ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾದ ಕಾರ್ಯವೆಂದರಿತ ಬ್ರಿಟನ್–ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ಗಳು ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಹೊಸ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಎರಡು ವಿಮಾನ ತಯಾರಕರನ್ನೂ, ಎರಡು ಎಂಜಿನ್ ತಯಾರಕರನ್ನೂ ಕಲೆಹಾಕಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರ ಸಹಕಾರದಿಂದ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್‌ನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಮೆರಿಕದ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿಯ ಮೊದಲ ೪೦೦ ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧೪ ಬಿಲಿಯನ್ ಡಾಲರ್ (೧೦,೦೦೦ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿ) ಖರ್ಚಾಗಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ. ಆಂಗ್ಲೋ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಮಾನ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ ಇನ್ನೂ ಅಗ್ಗ : ಇದರ ಬೆಲೆ ಪ್ರತಿ ವಿಮಾನಕ್ಕೂ ೧೬ ಮಿಲಿಯನ್ ಡಾಲರ್ (೧೨ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿ) ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಆಗಲೇ ೧೫ ದೊಡ್ಡ ವಿಮಾನ ಸಂಚಾಲಕರು (ಇವರಲ್ಲಿ ಏರ್‌ಇಂಡಿಯಾ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕೂಡ ಸೇರಿದ್ದಾರೆ!) ೭೯ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಕೊಳ್ಳುವ ಆಸೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಂತಹ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಿರಲಿ, ಕೊಳ್ಳುವುದೂ ಬಡ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಸಾಹಸವಾದ ಕೆಲಸ.

ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ : ಈ ವಿಮಾನದ ರೂಪಣೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ (ಬಿಎಸಿ) ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಸಡ್ ಏವಿಯೇಷನ್‌ಗಳಿಂದ ಜಂಟಿಯಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಎಂಜಿನ್ನಿನ ರೂಪಣೆ ಮತ್ತು ತಯಾರಿಕೆ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್ ಸಿಡೆಲೀ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನ ಸ್ನೆಕ್ಮಾಗಳ ಜಂಟಿ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ವಿವಿಧ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಆರು ಸರಕಾರೀ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು, ಎಂಟು ಕೈಗಾರಿಕೆ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು, ಮೂರು

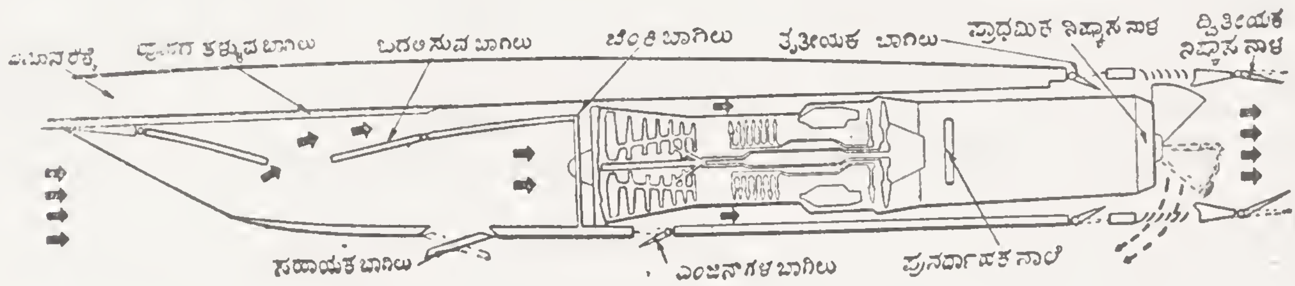
ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳೂ ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಸರಕಾರೀ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಹನ್ನೊಂದು ಕೈಗಾರಿಕೆ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು, ಎರಡು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳೂ ಸಹಕರಿಸಿವೆ.

ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ ಮಾಖ್ ೨.೨ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ೬೦,೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ೧೪೦ ಪ್ರಯಾಣಿಕರನ್ನು ಹೊತ್ತು ೪,೦೦೦ ಮೈಲಿ ದೂರ ಹಾರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಮುಮ್ಮಾದರಿ ವಿಮಾನ ೧೯೬೮ರ ಫೆಬ್ರವರಿ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಹಾರಬೇಕಾಗಿದ್ದುದು ಕೆಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ತೊಂದರೆಗಳಿಂದ ಇನ್ನೂ ಹಾರಿಲ್ಲ. ವಿಮಾನದ ಉದ್ದ ೧೯೧ ಅಡಿ, ಮತ್ತು ಅಗಲ ೮೪ ಅಡಿ, ಎತ್ತರ ೩೮ ಅಡಿ.

ಶಕ್ತಿ ಜನಕ: ವಿಮಾನದ ಶಕ್ತಿ ನಾಲ್ಕು ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್ ಸಿಡೆಲೀ ತಯಾರಿತ ಒಲಿಂಪಸ್ ೫೯೩ ಟರ್ಬೋ‌ಜೆಟ್‌ಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ರೆಕ್ಕೆಯ ಕೆಳಗೆ ಎರಡೆರಡು ಎಂಜಿನ್‌ಗಳು ಜೋಡಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಮೊದಲ ಮಾದರಿ ಎಂಜಿನ್ ೩೨,೫೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಬರುವ ಮಾದರಿ ೩೫,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಎಂಜಿನ್ನಿನ ತಯಾರಿಕೆ, ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ಮುಗಿದಿವೆ.

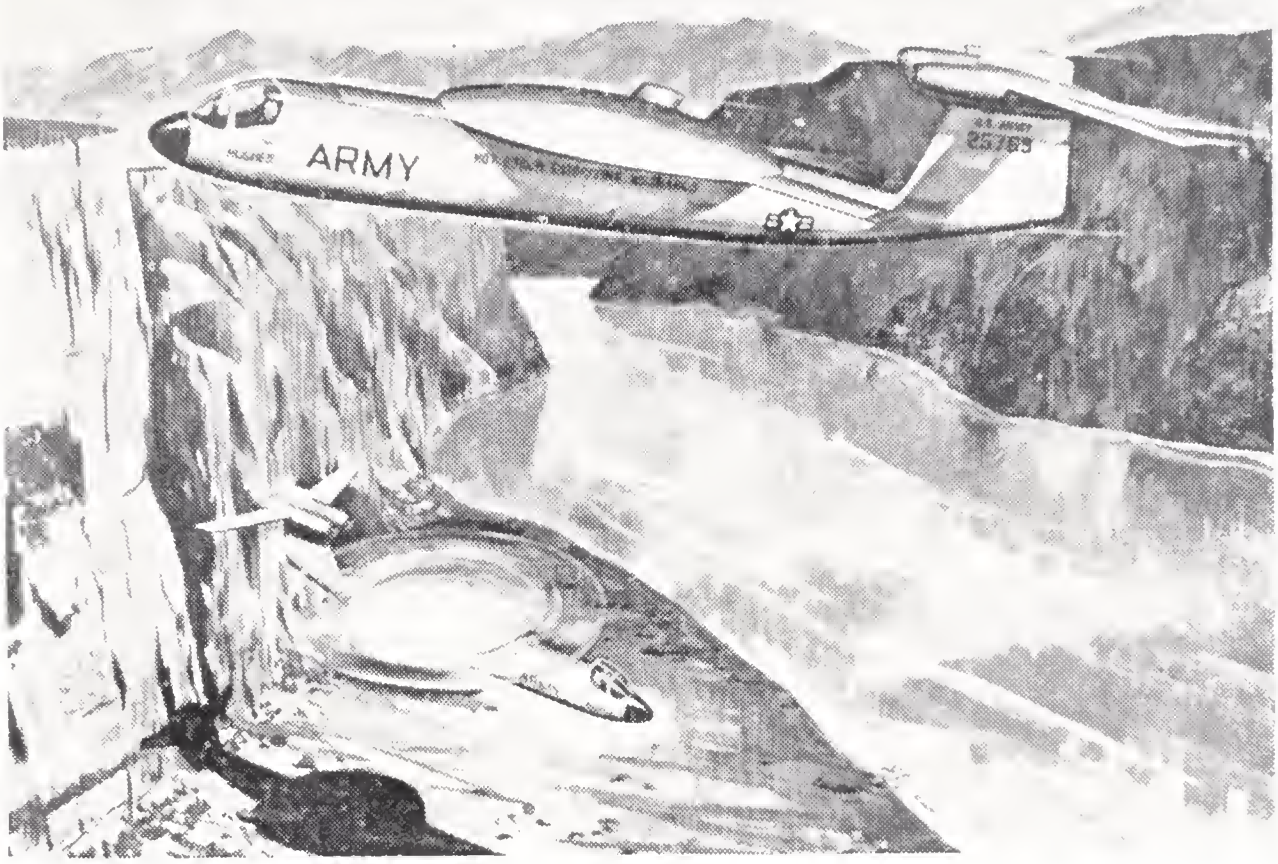
ಎಂಜಿನ್ನಿನ ದಕ್ಷತೆಯು ಗಾಳಿಯು ಒಳಹೊಗುವ ಮತ್ತು ಅನಿಲಗಳ ಜೆಟ್ ನಿಷ್ಕಾಸ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಗಾಳಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಲು ಬದಲಿಸುವ ಬಾಗಿಲುಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಮಧ್ಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸಂಮರ್ದಕ ಮತ್ತು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಸಂಮರ್ದಕ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿದ್ದು ಪ್ರತಿ ಭಾಗವೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ಟರ್ಬೈನನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಟರ್ಬೈನ್ ಅಲಗುಗಳನ್ನು ತಂಪುಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ; ಇದರಿಂದ ದಕ್ಷತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಉತ್ತರದಾಹಕವೂ ದಕ್ಷತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ.

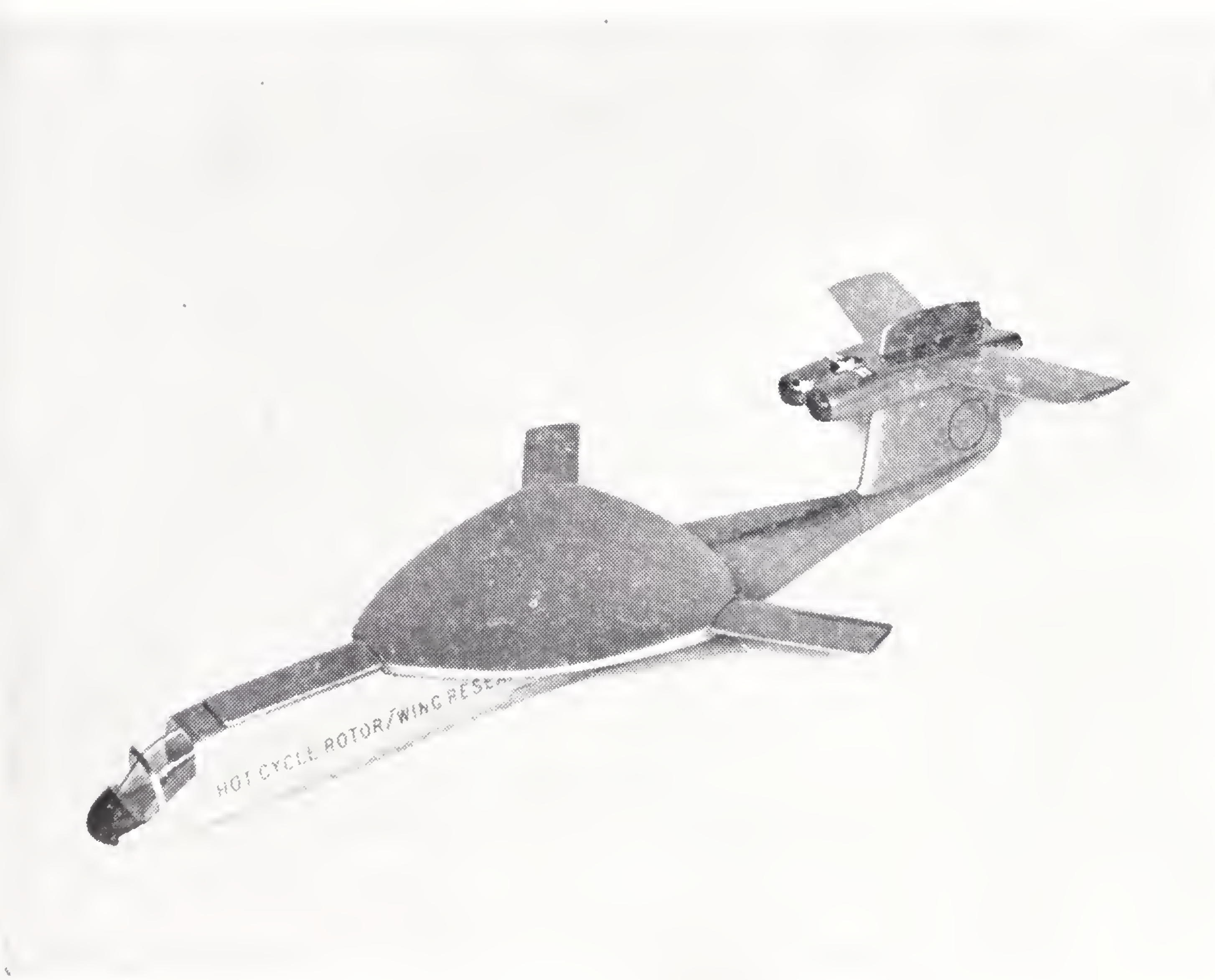


ಒಲಿಂಪಸ್ ೫೯೩ರ ವಿವರಗಳು.

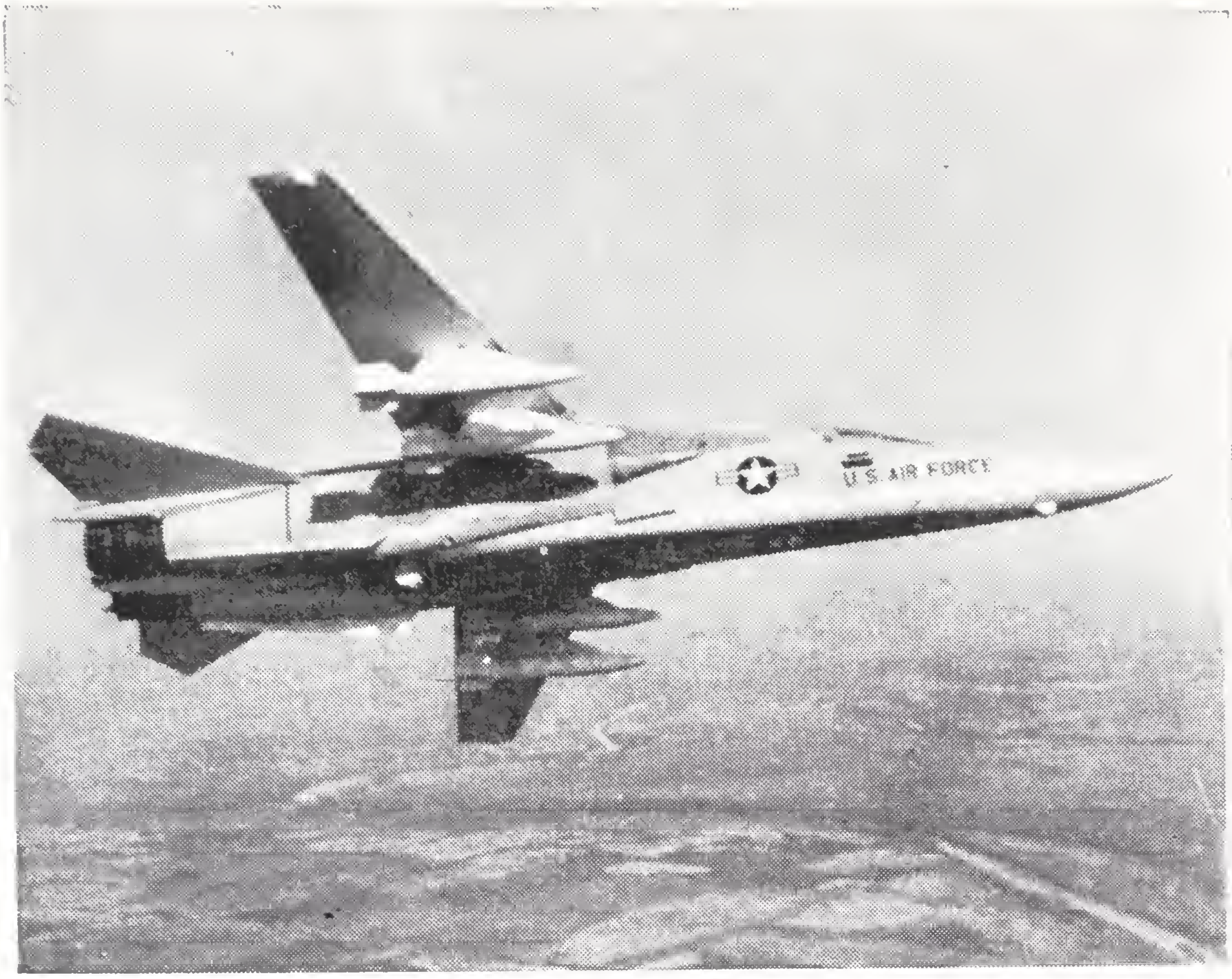
ಸಂಚಾಲನೆ: ವಿಮಾನವನ್ನು ನಡೆಸಲು ಗುಣಕಯಂತ್ರ (digital computer)ಗಳಿವೆ; ಇವು ಸ್ವಯಂಚಾಲಕ (autopilot)ವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ವಿಮಾನ ಎಲ್ಲಿ ಹಾರುತ್ತಿದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಒಂದು ನಕ್ಷೆಯ ಮೇಲೆ ನಿರಂತರವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸ ಬಹುದು. ವಿಮಾನದ ನಿಯಂತ್ರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಹೈಡ್ರಾಲಿಕ್ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನಡೆಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ರೇಡಾರ್, ರೇಡಿಯೋ ಸಹಾಯಕ ಉಪಕರಣಗಳಿವೆ.



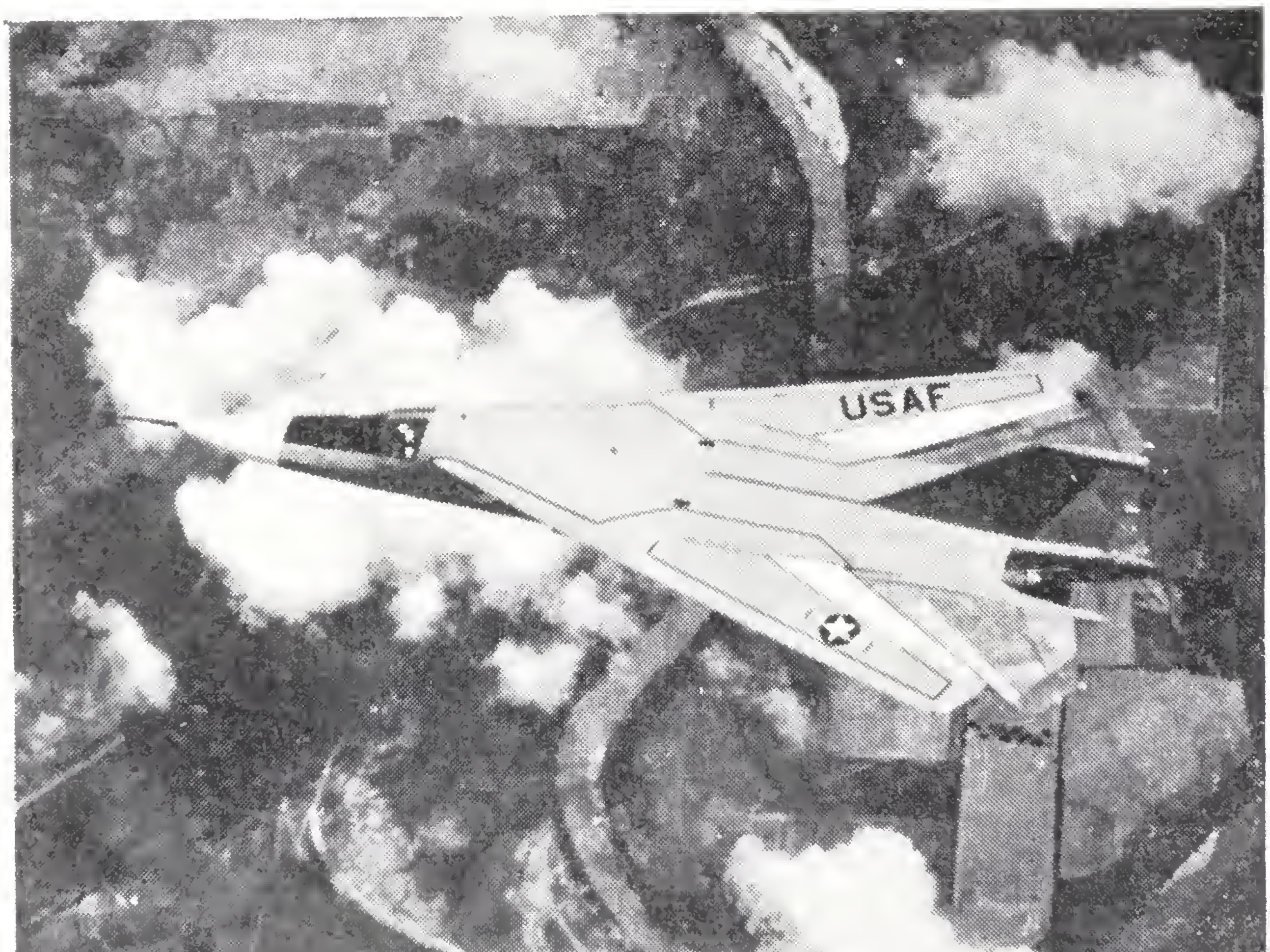
ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್.
ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿರುವ ಶಾಖಚಕ್ರ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ನ ಒಂದು ಊಹಾಚಿತ್ರ : ಕಡಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ (ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರದಂತೆ), ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನ (ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಂತೆ) ವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.



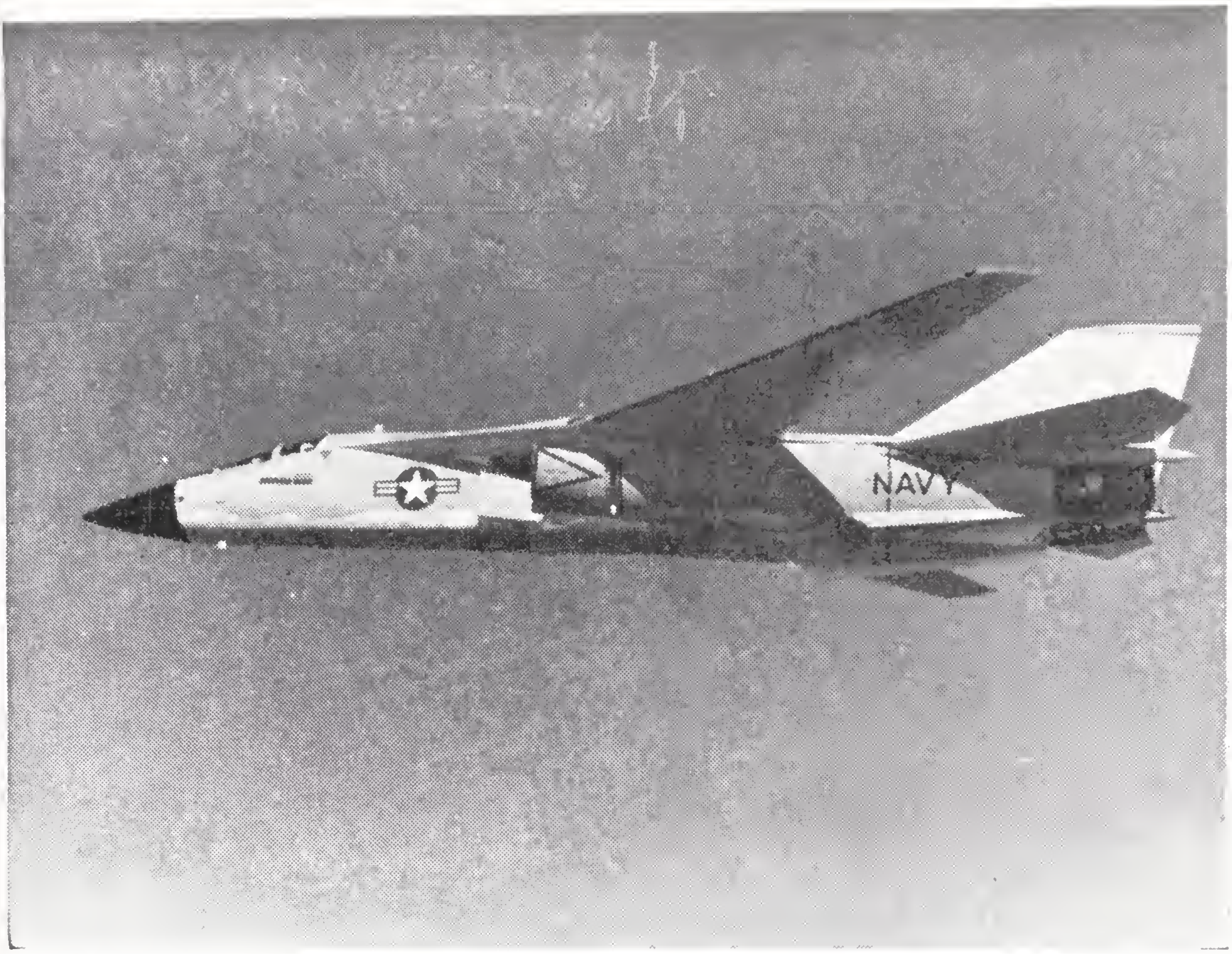
ಹ್ಯೂಸ್ ಟೂಲ್ ಕಂಪೆನಿಯ ಹಿಟಿಬಿಎಲ್ ವಿಮಾನ.
ಹಲ್ಲು ರೆಕ್ಕೆಯು ಜೆಟ್ ವಿಮಾನವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾದಾಗ ರೋಟರ್ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ.



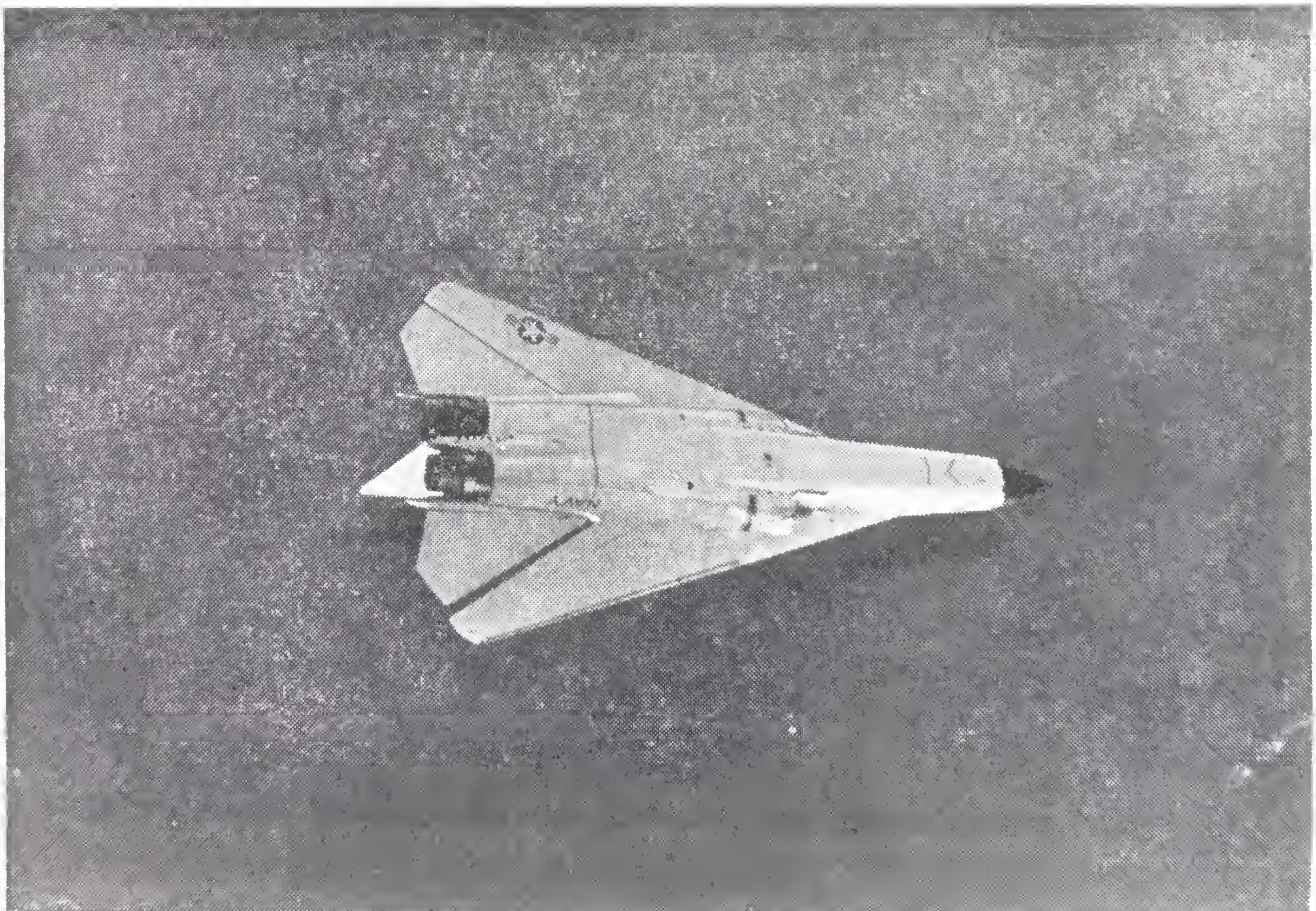
ಎಫ್ ೧೧೧ ಎ, ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ಬದಲಿಸುವ ವಿಮಾನ.
ಅಮೆರಿಕದ ವಾಯುದಳದ ಈ ವಿಮಾನ ಕಡಮೆ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಾರುವಾಗ ರೆಕ್ಕೆಗಳನ್ನು ತೆರೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ



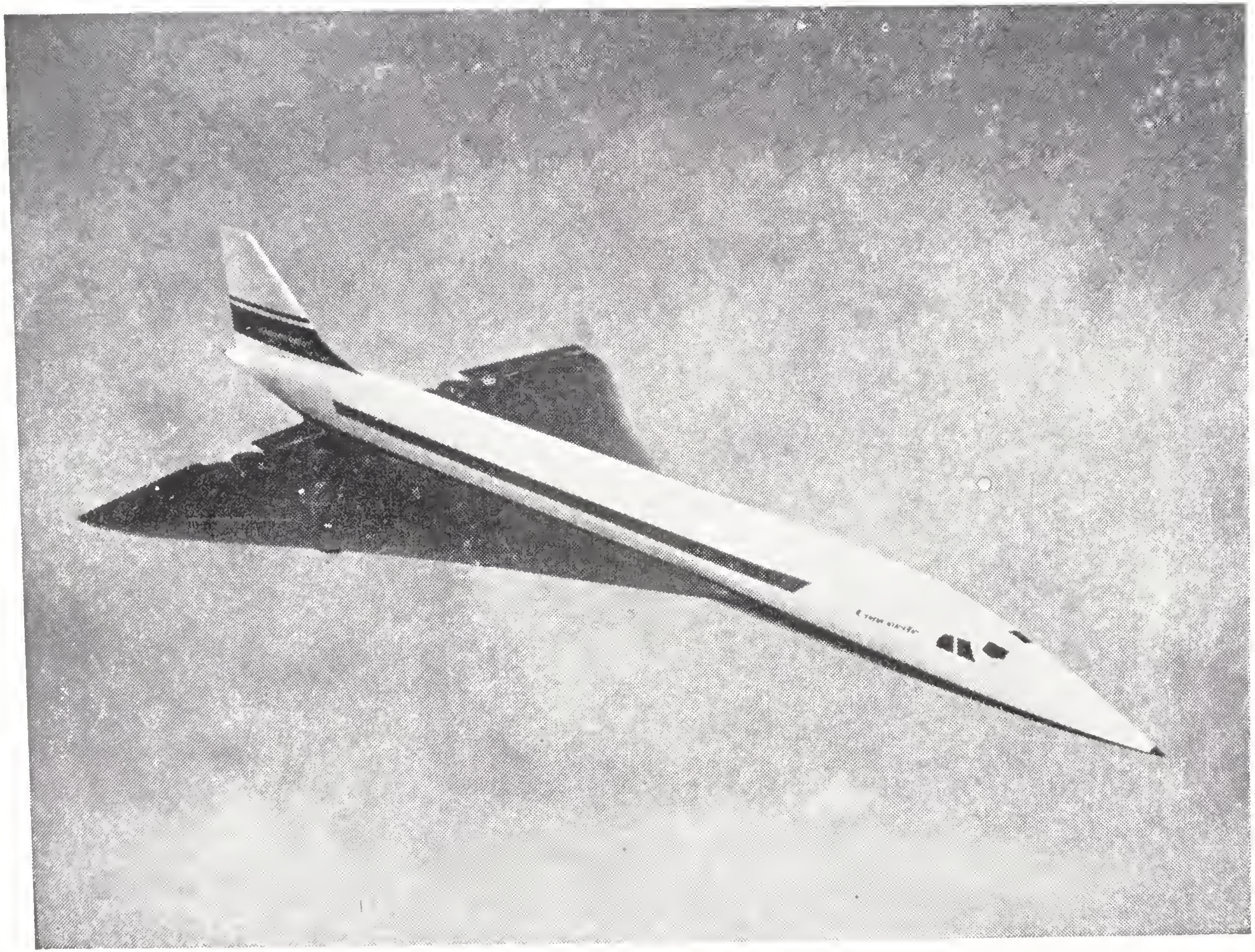
ಅದೇ ವಿಮಾನವು ಅಧಿಕ ವೇಗದಲ್ಲಿ (ಮಾಖ್ ೨.೫) ೬೦.೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾರುವಾಗ
ವಿಮಾನದ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ೭೨.೫ ಡಿಗ್ರಿ ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಿರುವುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.



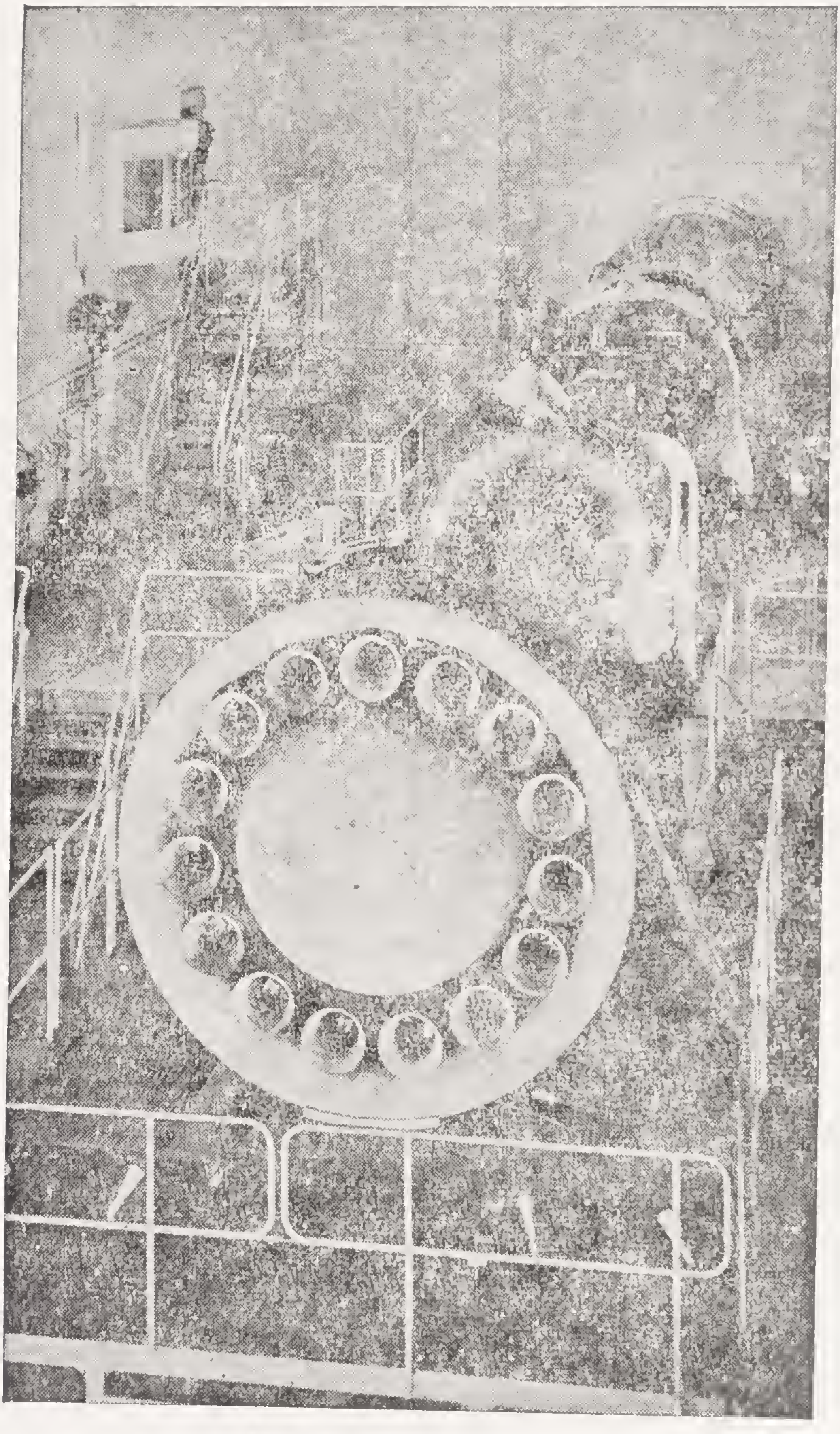
ಅಮೆರಿಕದ ನೌಕಾಬಲಕ್ಕಾಗಿ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿರುವ ಎಫ್ ೧೧೧ ಬಿ ; ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹರಡಿಕೊಂಡಿವೆ.



ಅದೇ ವಿಮಾನ ; ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಿವೆ.



ಆಂಗ್ಲೋ-ಪ್ರೆಂಚ್ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್.
ಮಾಕ್ ೨೨ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ೬೦,೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ೨೦೦೦ ಮೈಲಿ ಹಾರುತ್ತದೆ.



ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಒಲಿಂಪಸ್ ೫೯೩ ಎಂಜಿನ್ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗಿವೆ. ಮುಂದೆ ಕಾಣುವುದು ಗಾಳಿ ಹೀರುವ ಬಾಯಿಗಳು. ತಯಾರಕರು: ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್ ಸಿಡೆಲೀ ಮತ್ತು ಸ್ನೆಕ್ಮಾ

ಆಕಾರ: ಚೂಪಾದ ಮೂಗಿನ ಉದ್ದವಾದ ಶರೀರ, ತೆಳುವಾದ ಡೆಲ್ಟಾ ರೆಕ್ಕೆಗಳು ಬ್ರಿಟನ್-ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ಗಳ ವಾಯುಸುರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಹತ್ತು ವರ್ಷದ

ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿವೆ. ಡೆಲ್ಟಾ ರೆಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆ ತಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಸೂಪರ್ ಸಾನಿಕ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮೂಗಿಗೆ ತಗಲುವ ಆಘಾತದ ಅಲೆಗಳ ಹೊಡೆತವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಎಳೆತದ ಬಲಗಳನ್ನು ಮಿತಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ರೆಕ್ಕೆಯ ಒಳಗೆ ಇಂಧನದ ತೊಟ್ಟಿಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ರೆಕ್ಕೆಯ ಆಕಾರವು ಶಬ್ದದ ವೇಗಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ವೇಗ ದಲ್ಲಿಯೂ ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ವರ್ತಿಸುವುದು.

ವಿಮಾನದ ಕಟ್ಟಡ : ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಟ್ಟಡಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ಏಳುತ್ತವೆ. ಗಾಳಿಯ ಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಶಾಖ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಿಮಾ ನದ ಮೂಗು ೧೩೦°C ಯಷ್ಟು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನೂ ಬಾಲದ ಭಾಗಗಳು ೧೧೬°C ಯಷ್ಟನ್ನೂ ಮಧ್ಯದ ಭಾಗಗಳು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಾದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನೂ ಹೊಂದು ತ್ತವೆ. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಟೈಟೇನಿಯಂ ಅಥವಾ ಸ್ಟೈನ್‌ಲೆಸ್‌ಸ್ಟೀಲನ್ನು ವಿಮಾನದ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗಿ ಭಾರವು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಈಗ ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂನೇ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ; ಖರ್ಚೂ ಭಾರವೂ ಕಡಮೆಯಾಗಿದೆ. ರೂಪಣೆ ಕೂಡ ಹಳೆಯ ಪರೀಕ್ಷಿತ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆದಿದೆ. ಶರೀರ ರೆಕ್ಕೆಗಳ ಜೋಡಣೆ ಟೂಲೋಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಸಡ್ ಏವಿಯೇಷನ್ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಇತರ ವಿವರಗಳು : ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ವಾಯು ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಕಡಮೆಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ವಿಮಾನದ ಮೇಲೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳದಂತೆ ಮಾಡುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಪ್ರಥಮವರ್ಗದ ತರಹೆಯ ಆಸನಗಳು ಸಾಲಿಗೆ ಮೂರು ಇರುತ್ತವೆ, ಟೂರಿಸ್ಟ್ ದರ್ಜೆಯ ಆಸನಗಳು ಸಾಲಿಗೆ ನಾಲ್ಕು ಇರುತ್ತವೆ. ಅಡಿಗೆ ಮನೆ, ಬಚ್ಚಲು ಮನೆ ಉಂಟು. ಈಗ ಇರುವ ವಿಮಾನ ನಿಲ್ದಾಣಗಳೇ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್‌ನ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಾಕು.

ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಬೂಂ : ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಂಡವಾದ ಶಬ್ದ—ಬೂಂ—ವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಶಬ್ದವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವ ಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ವಿಮಾನವನ್ನು ಸಾಗರದ ಮೇಲೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ನಡೆಸಿ ಜನಗಳಿಗೆ ಇದರ ಅನಾನುಕೂಲತೆಯನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಬಹುದು.

ಭವಿಷ್ಯದ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹಾರಲಿರುವ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಬರುತ್ತಿದೆ; ಮುಂದೆ ಬರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಮುನ್ಸೂಚನೆಯಾಗಿದೆ.

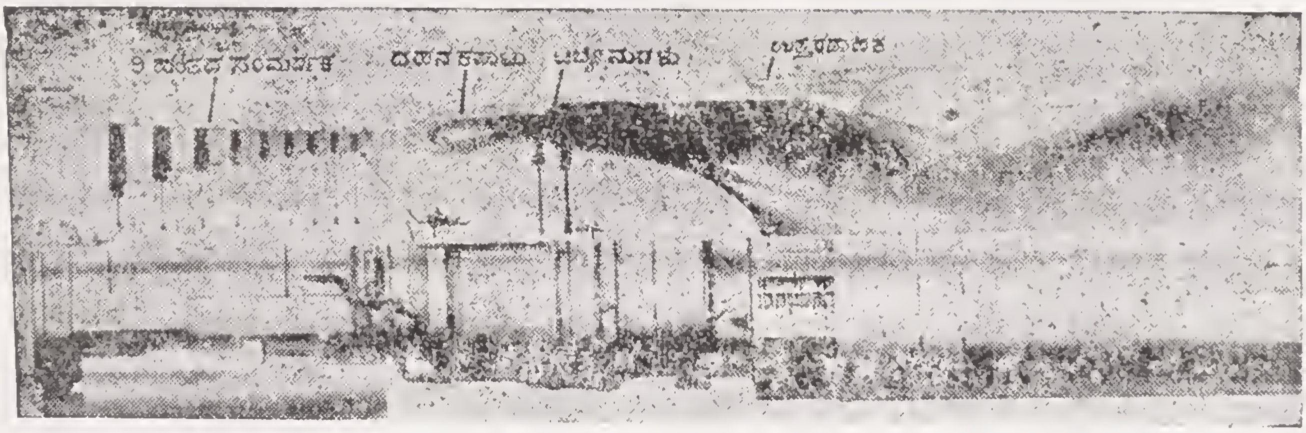
ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ, ಬೋಯಿಂಗ್—೨೭೦೭

ಜೂನ್ ೧೯೬೩ರಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಕೆನೆಡಿ ಅಮೆರಿಕದ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ನಿರ್ಧಾರವನ್ನು ಘೋಷಿಸಿದರು. ಈ ಘನತಾಯುಕ್ತ ವಿಮಾನವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ

ಹಕ್ಕನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸಲು ಬೋಯಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಲಾಕ್‌ಹೀಡ್ (ವಿಮಾನದ ಕಟ್ಟಡವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು) ಹಾಗೂ ಜನರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಟ್ ಅಂಡ್ ವ್ಹಿಟ್ನಿ (ವಿಮಾನದ ಎಂಜಿನ್ ನಿರ್ಮಿಸಲು) ಇವರುಗಳ ನಡುವೆ ೩೦ ತಿಂಗಳ ಪೈಪೋಟಿ ನಡೆಯಿತು. ಜನವರಿ ೧೯೬೭ರಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಜಾನ್‌ಸನ್ ಬೋಯಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಜನರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಕಂಪನಿಗಳಿಗೆ ಗುತ್ತಿಗೆ ಕೊಡುವುದಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು (ಟೈಂ, ಜನವರಿ ೧೩, ೧೯೬೭).

ಬೋಯಿಂಗ್ ಕಂಪೆನಿಯು ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಯ, ಮಾಖ್ ೨.೭ ವೇಗದಲ್ಲಿ ೭೫,೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದವರೆಗೂ ಹಾರಬಲ್ಲ ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು. ವಿಮಾನವು ೪,೦೦೦ ಮೈಲಿ ದೂರ ಹಾರಬಲ್ಲುದು. ಈ ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ವೇಗದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನದ ಮೈ ೨೫೦°C ಯಷ್ಟು ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತಲಪುವುದರಿಂದ ವಿಮಾನವನ್ನು ಟೈಟೇನಿಯಂ ಮತ್ತು ಸ್ಟೈನ್‌ಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲ್‌ಗಳಿಂದ ಕಟ್ಟಲಾಗುತ್ತದೆ. ೩೦೦ ಪ್ರಯಾಣಿಕರನ್ನು ಸಾಗಿಸಬಲ್ಲ ೨೯೧ ಅಡಿ ಉದ್ದದ ಈ ವಿಮಾನ ಪ್ಯಾರಿಸ್ಸಿನಿಂದ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್‌ಗೆ ೧೪೦ ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ತಲಪುತ್ತದೆ. ಈಗಾಗಲೇ ೧೧೪ ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಬೇಡಿಕೆ ಬಂದಿದೆ.

ಎಂಜಿನ್ : ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್‌ನಂತೆಯೇ ಬೋಯಿಂಗ್ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿಗೂ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಆರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಜಿಇ-೪ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಜನರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಕಂಪನಿ ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ೨೫ ಅಡಿ ಉದ್ದ, ೬ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಈ ಎಂಜಿನ್ ೬೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುದು. ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಂಜಿನ್ನಿನ ಒಳಭಾಗದ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.



ಜಿಇ-೪ರ ವಿವರಗಳು

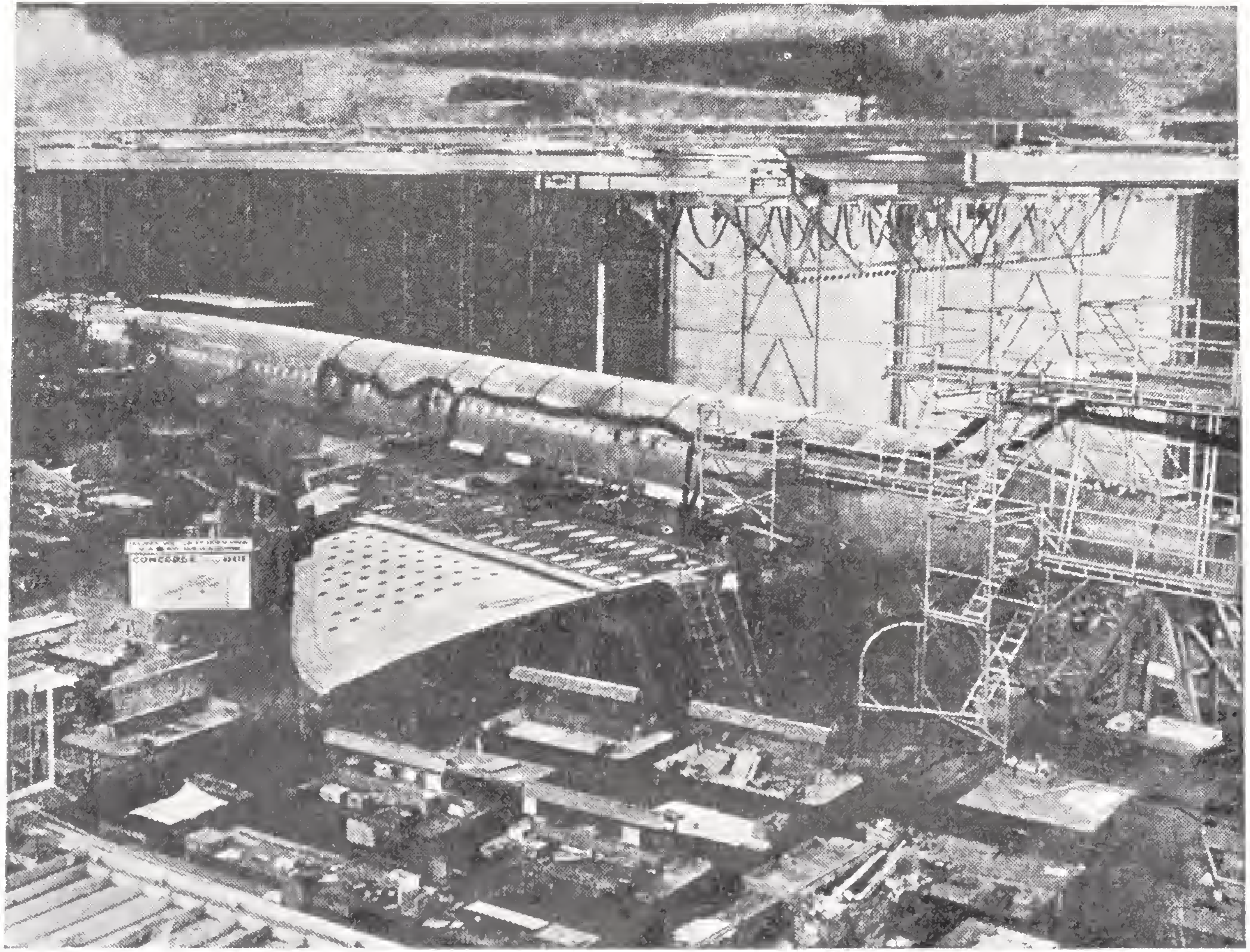
ಒಂಭತ್ತು ಹಂತಗಳ ಸಂಮರ್ದಕದಿಂದ ಸಂಮರ್ದಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಗಾಳಿ ದಹನ ಕಪಾಟದಲ್ಲಿ ಇಂಧನದೊಡನೆ ಸೇರಿ ಉರಿಯುತ್ತದೆ. ದಹನದಿಂದ ನೂಕುಬಲ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಎರಡು ಟರ್ಬೈನ್‌ಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿಸುವುದರಿಂದ ಸಂಮರ್ದಕವನ್ನು ನಡೆಸುವ ಕಾರ್ಯವೂ ನಡೆಯುವುದು. ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ಅಗತ್ಯ ಬಿದ್ದಾಗ ಉತ್ತರ

ದಾಹಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಇಂಧನವನ್ನು ಉರಿಸಲಾಗುವುದು. ಟರ್ಬೈನಿನಲ್ಲಿ ಬರುವ ಅನಿಲಗಳ ಉಷ್ಣತೆ ಸುಮಾರು ೧೧೦೦°C ಇರುತ್ತದೆ. ಟರ್ಬೈನನ್ನು ಗಾಳಿಯಿಂದ ತಂಪು ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಪೂರ್ಣ ಶಕ್ತಿಯೊಡನೆ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಜಿಇ-೪ ನಲ್ಲಿ ೫೨,೬೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲ ದೊರೆಯಿತು. ಅಮೆರಿಕದ ಎಸ್‌ಎಸ್‌ಟಿ ೧೯೭೪ರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರಬಹುದೆಂದು ಯೋಜಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆಂಗ್ಲೋ ಫ್ರೆಂಚ್ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ ಮತ್ತು ರಷ್ಯದ ಟಿಯು-೧೪೪ ಇದರ ಮೊದಲೇ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದು ಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ವಾಯುನೌಕೆ

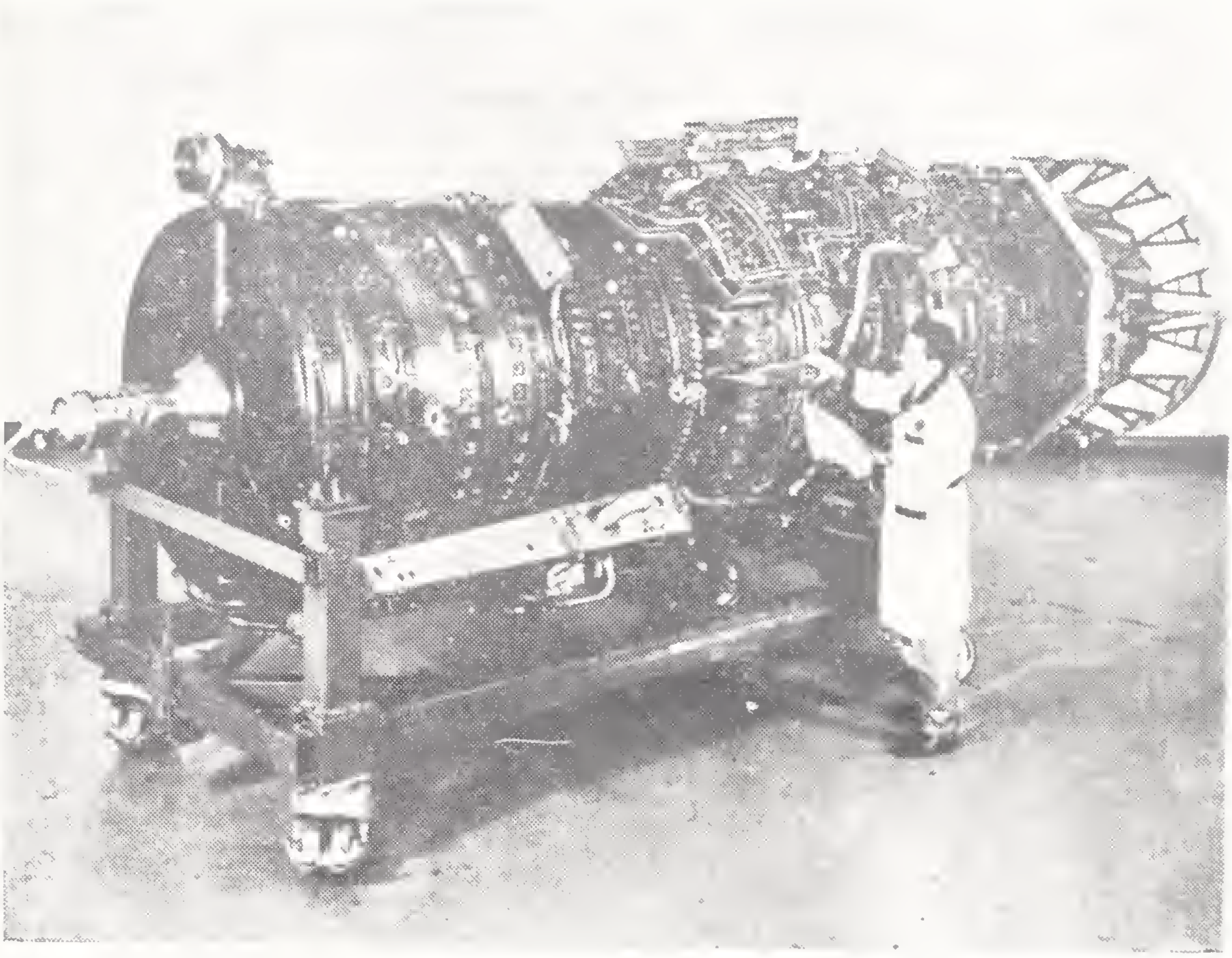
ವಾಯುನೌಕೆ ವಿಮಾನದಂತಲ್ಲ, ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುತ್ತದೆ—ನೌಕೆ ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ಹಾಗೆ. ವಾಯು ನೌಕೆಯ ಎಂಜಿನ್ ನೌಕೆಯನ್ನು ಎತ್ತಿಹಿಡಿಯಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ, ಉತ್ತೋಲನ ಬಲ ವನ್ನು ಕೊಡಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ, ಅದನ್ನು ಓಡಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದರೆ ಸಾಕು. ಆದುದರಿಂದ ನೌಕೆಯು ಎಲ್ಲಾ ವೇಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ದಕ್ಷತೆಯಿಂದ ಓಡಬಲ್ಲುದು. ನೌಕೆಯ ಭಾರ ಎಷ್ಟಾದರೂ ಸರಿ, ಅದರ ಗಾತ್ರ ಬಹು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು, ಅದರಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾದ ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲ ತುಂಬಿ ನೌಕೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ(atomic reactor)ನ್ನು ನೌಕೆಗೆ ಶಕ್ತಿ ಒದಗಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನೊಡನೆ ಆರೋಗ್ಯ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಭಾರವಾದ ಕವಚಗಳಿರಬೇಕಾದುದರಿಂದ ಅದು ಭಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ರಿಯಾಕ್ಟರನ್ನು ಸಾಧಾರಣ ವಿಮಾನದ ಎಂಜಿನ್ ಆಗಿ ಉಪಯೋ ಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ವಾಯುನೌಕೆಯಲ್ಲಿ ಇದು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಬಾಸ್ಟನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಮಾರ್ಸ್ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ (ನ್ಯೂ ಸೈಂಟಿಸ್ಟ್, ಏಪ್ರಿಲ್ ೭, ೧೯೬೬, ಪುಟ-೧೨). ೭೬೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ವಾಯುನೌಕೆಗೆ ೬,೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯ ಎಂಜಿನ್ ಬೇಕು. ಇದರ ಭಾರ ಸುಮಾರು ೧೨೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ಆಗುವುದು, ಅಷ್ಟೆ. ಅದೇ ಸುಮಾರು ೩೩೦,೦೦೦ ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ವಿಸೀ-೧೦ ಮಾದರಿಯ ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ೪೦,೦೦೦ ಅಶ್ವ ಶಕ್ತಿಯ ಎಂಜಿನ್ ಬೇಕು ! ಇಂತಹ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡಬಲ್ಲ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ರಕ್ಷಕ ಆವರಣದ ತೂಕವೇ ೫೫೦,೦೦೦ ಪೌಂಡಿಗೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆ ಅಸಾಧ್ಯ. ಹಿಂದೆ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಹಿಂಡೆನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮೊದಲಾದ ವಾಯುನೌಕೆಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಬಾಸ್ಟನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ ನಿಲಯದ ವಾಯುನೌಕೆ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುತ್ತದೆ.



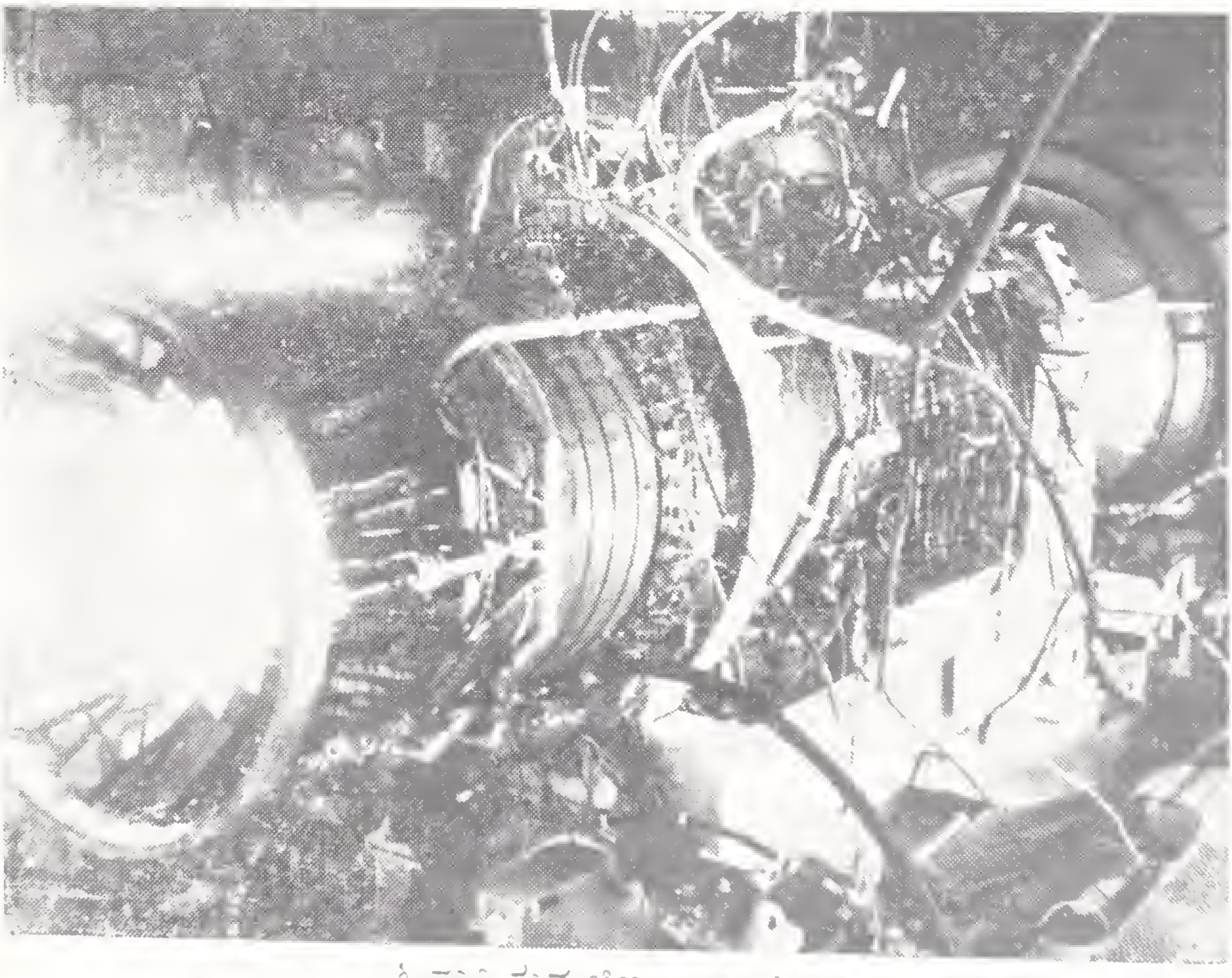
೧೯೬೬ರ ಅಂತ್ಯಭಾಗ; ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್‌ನ ಮುಮ್ಮಾದರಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದೆ. ತಯಾರಕರು ; ಬಿಎಸಿ ಸಡ್ ಏವಿಯೇಷ್ನ



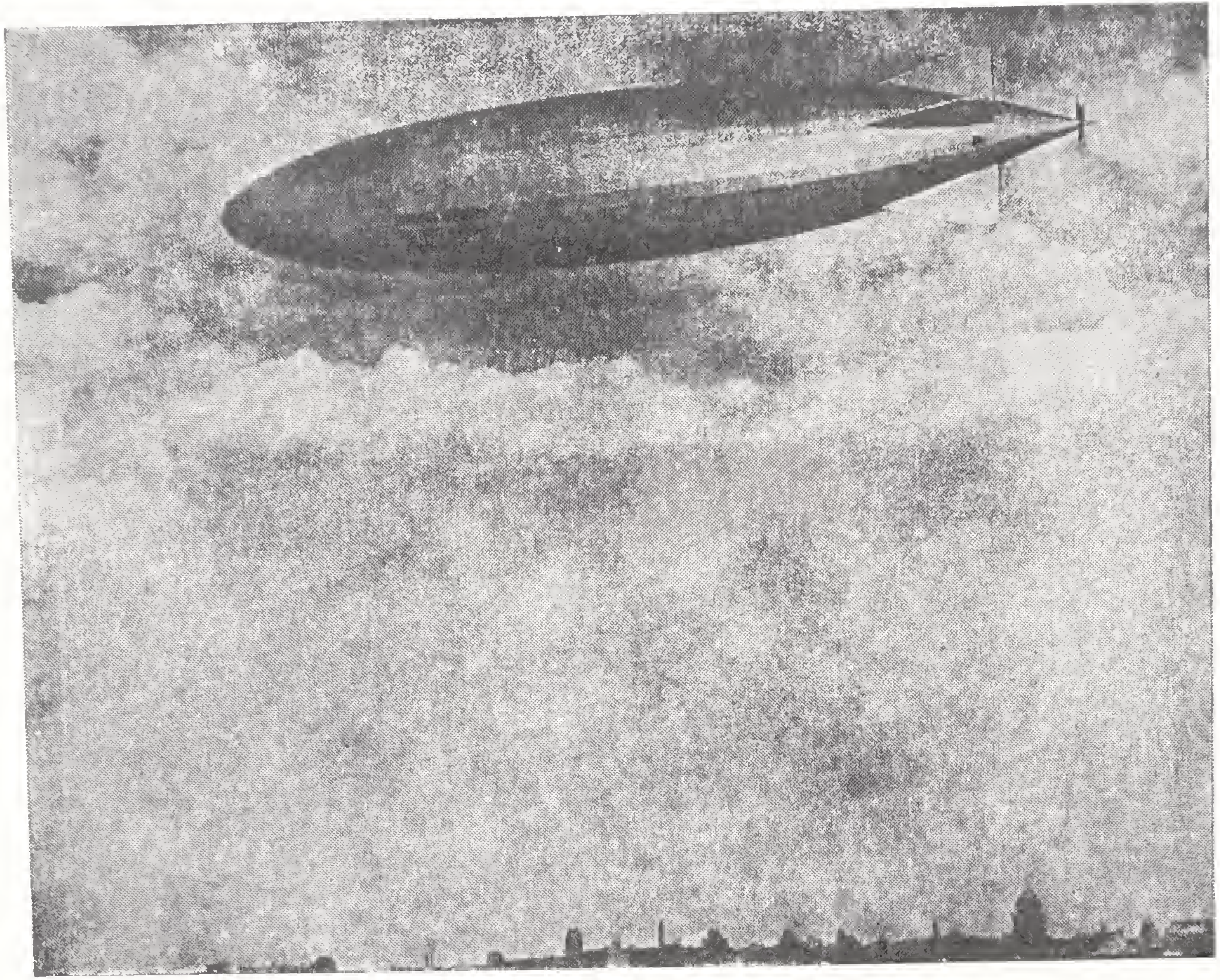
ಅದೇ ಕಾನ್‌ಕಾರ್ಡ್ ಮುನ್ಮಾದರಿಯ ಒಳನೋಟ



ಅಮೆರಿಕದ ಎಸ್ ಎಸ್ ಟಿ ಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್.
ಜನರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್‌ರವರ ಜಿಇ–೪



ಓಡುತ್ತಿರುವ ಜಿಇ–೪ ಎಂಜಿನ್

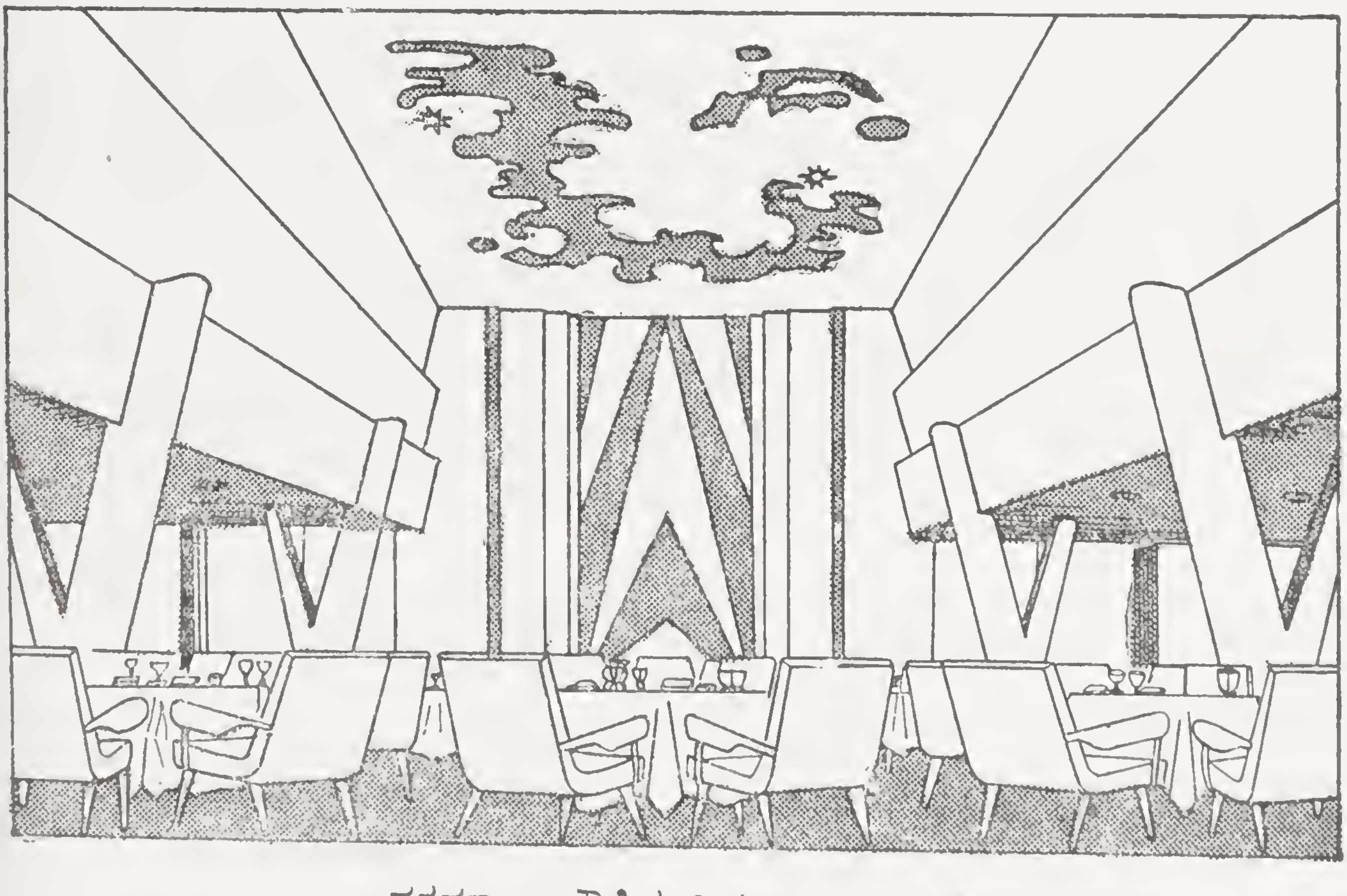


ಬಾಸ್ಟನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿರುವ ವಾಯುನೌಕೆ–ಒಂದು ಊಹಾಚಿತ್ರ.

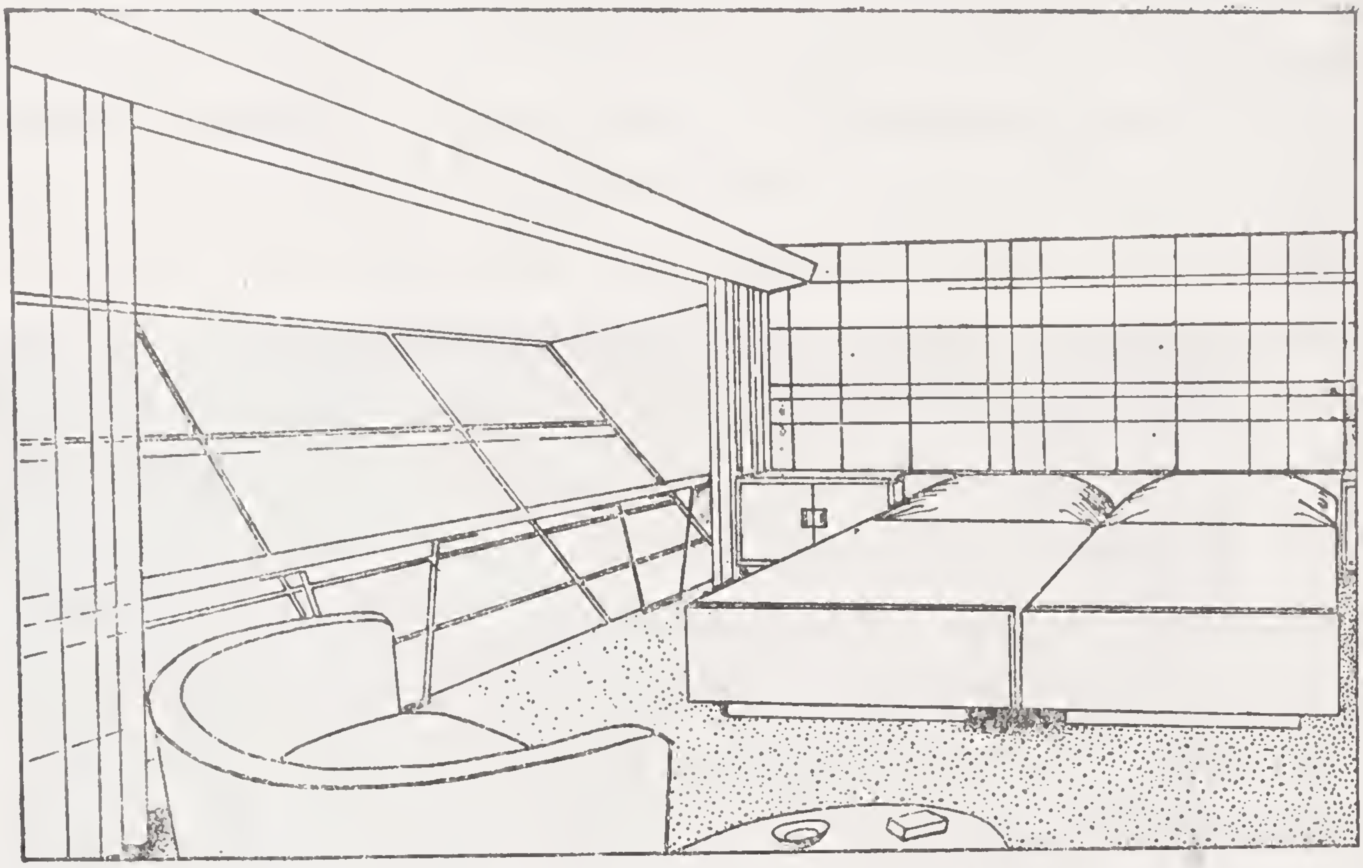
ನೌಕೆಯಲ್ಲಿನ ಕಟ್ಟಡವೆಲ್ಲಾ ಬಲವಾದ ಟೈಟೇನಿಯಂ–ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಮಿಶ್ರಲೋಹದಿಂದ ಕಟ್ಟಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊರಗಿನ ಚರ್ಮ ಗಟ್ಟಿಯಾದ ನೈಲಾನ್ ಬಟ್ಟೆಯಿಂದ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ಬಳಸಲ್ಪಟ್ಟ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಸುಲಭ ವಾಗಿ ಬೆಂಕಿ ಹಿಡಿಯುತ್ತದೆಯಾದುದರಿಂದ ಅದರಷ್ಟು ಹಗುರವಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಬೆಂಕಿ ಹಿಡಿಯದಿರುವ ಹೀಲಿಯಂ ಅನಿಲವನ್ನು ೧೭ ಗೂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ತುಂಬಲಾಗುವುದು. ಹೊರ ಮೈಯನ್ನು ನಯವಾದ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿರುವುದ ರಿಂದ ಎಳೆತದ ಬಲಗಳು ಕಡಮೆಯಾಗುವುವು. ಆರುಸಾವಿರ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯಿಂದ ನೌಕೆಯು ಘಂಟೆಗೆ ೧೦೩ ಮೈಲಿಯ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಬಹುದೆಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ.

ನೌಕೆಯ ಚಾಲಕರು ಮುಂದೆ ಇರುವ V ಮೂಗಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತುಕೊಳ್ಳುವರು. ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ನೌಕೆಯ ನಡುವಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಿಂದೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ೨೦೦ ಮೆಗವಾಟ್. ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನ ಶಾಖ ಲಿಥಿಯಂ ಲೋಹವನ್ನು ಕರಗಿಸುತ್ತದೆ. ಕರಗಿದ ಲಿಥಿಯಂನ ಶಾಖವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ನೌಕೆಯ ಹಿಂದೆ ಇರುವ ೪,೦೦೦ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯ ಎರಡು ಪ್ರೊಪೆಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಓಡಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳೊಡನೆ ಒಂದೊಂದು ಸಾವಿರ ಅಶ್ವಶಕ್ತಿಯ ಎರಡು ಟರ್ಬೋಫ್ಯಾನ್ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳೂ ಓಡುತ್ತವೆ. ಇವನ್ನು ಬೇಕಾದರೆ ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಮೊದಲಾದ ಇಂಧನ ದಿಂದಲೂ ನಡೆಸಬಹುದು.

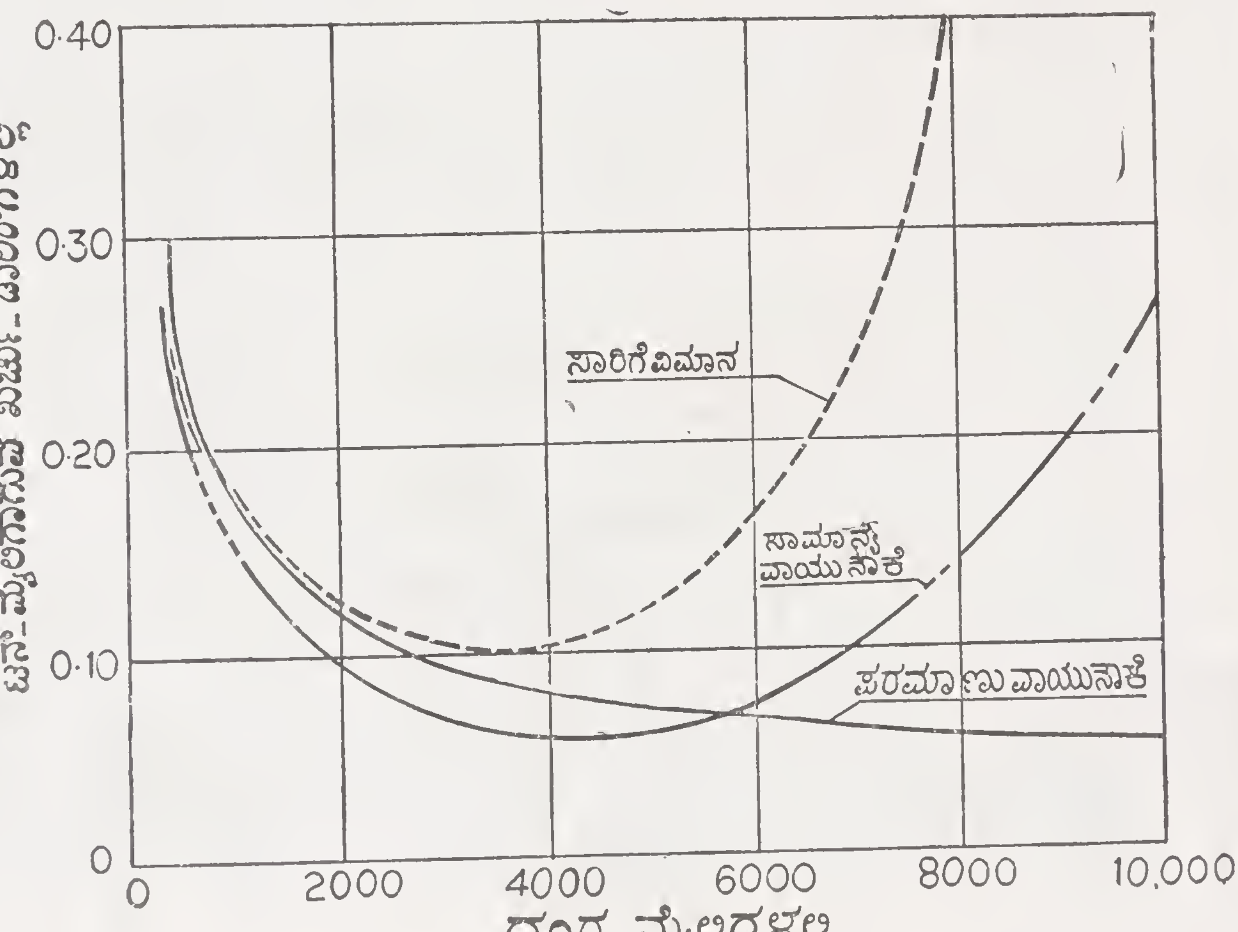
ನೌಕೆಯನ್ನು ಸಾಮಾನು ಸಾಗಣೆಗೂ, ಜನರ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗಿಸ ಬಹುದು. ಪ್ರಯಾಣಿಕರ ತರಹೆಯ ವಾಯು ನೌಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಗರ ನೌಕೆಯಲ್ಲಿರುವ



ಪರಮಾಣು ನೌಕೆಯಲ್ಲಿನ ಊಟದ ಮನೆ



ಪರಮಾಣು ನೌಕೆಯಲ್ಲಿನ ಒಂದು ವಾಸದ ಕೋಣೆ



ದೂರ-ಖರ್ಚಿನ ಸಂಬಂಧ

ಇತರ ವಿಮಾನಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಪರಮಾಣು ವಾಯುನೌಕೆಯಿಂದ ಆಗುವ ಖರ್ಚು ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರದ ಪ್ರಯಾಣಗಳಿಗೆ ಕಡುಮೆಯಾಗುವುದೆಂಬುದು ಇದರಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವ ವಿಮಾನದಲ್ಲಿಯೂ ದೊರೆಯದ ಅನುಕೂಲ, ಸ್ಥಳ ವೈಶಾಲ್ಯಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇರುತ್ತವೆ.

ವಿಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೂ ಸಾಗರ ನೌಕೆಗಿಂತ ಶೀಘ್ರ ವಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಸೌಖ್ಯದಿಂದ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡಲು ವಾಯುನೌಕೆ ಒಂದು ಸಾಧನವಾಗುತ್ತದೆ. ಖರ್ಚು ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆಯಾದರೆ ವಾಯುನೌಕೆ ಜನಪ್ರಿಯ ವಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ- ಹೆಚ್ಚಿನ ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಖರ್ಚು ತಗ್ಗುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಾಯು ನೌಕೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಯಾರೂ ಮುಂದೆ ಬಂದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಅದು ಇನ್ನೂ ಕನಸಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕೆ

ಆಧುನಿಕ ವಿಮಾನಗಳ **ಬಳಕೆ**ಯಲ್ಲಿ ಭಾರತವು ಮುಂದುವರಿದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ಭಾರತದ ಮುಖ್ಯ ನಗರಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ವಿಮಾನ ಸಾರಿಗೆಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಾದ ಇಂಡಿಯನ್ ಏರ್‌ಲೈನ್ಸ್ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ (IAC) ಮತ್ತು ಏರ್‌ಇಂಡಿಯಾ ಇಂಟರ್‌ನ್ಯಾಷನಲ್ (AII) ಗಳ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕವಾದ ಬೋಯಿಂಗ್–೭೦೭, ಕಾರಾವೆಲ್, ಫ್ರೆಂಡ್‌ಷಿಪ್, ವೈಕೌಂಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪರಿಚಿತ ವಾಗಿವೆ.

ವಿಮಾನ **ತಯಾರಿಕೆ** ಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಮುಂದುವರಿದ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ, ಭಾರತವು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಅಡಿಯಿಟ್ಟಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನಗಳ ರೂಪಣೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ಮಾಣದ ಕೆಲಸ ಬೆಳೆದಿದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಸಂಸ್ಥೆ ಬೆಂಗಳೂರಿ ನಲ್ಲಿರುವ ಹಿಂದುಸ್ಥಾನ್ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್ ಎಂದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿದ್ದ ಈಗಿನ ಹಿಂದುಸ್ಥಾನ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್, ಬೆಂಗಳೂರು ಡಿವಿಷನ್.

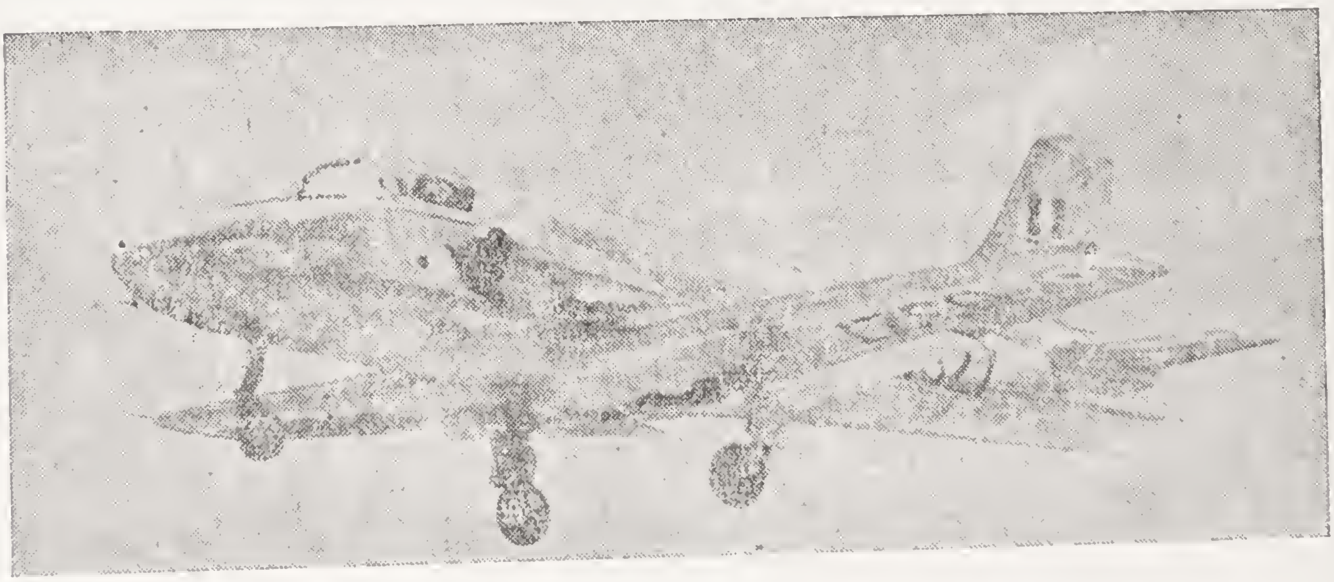
೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಹಾರ್‌ಲೋ ಪಿಸಿ–೫ ಟ್ರೈನರ್, ಕರ್ಟಿಸ್ ಹಾಕ್ ಫೈಟರ್ ಮತ್ತು ಎಲ್‌ಟೀ ಬಾಂಬರ್ ವಿಮಾನಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್‌ಎ ಎಲ್ ಕೈಗೊಂಡಿತು. ೧೯೪೩ರಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಣಾದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಈ ಕಾರ್ಖಾನೆ ವಿಮಾನ ಗಳನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ಜೋಡಿಸುವ ಮತ್ತು ದುರಸ್ತುಮಾಡುವ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತ ವಾಯಿತು.

ಹೆಚ್‌ಟಿ-೨ : ಯುದ್ಧಾನಂತರದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿ ಸಲು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಯಿತು. ೧೯೪೭–೪೮ರಲ್ಲಿ ಎಚ್‌ಎಎಲ್ ತಾನೇ ರೂಪಿಸಿದ ಒಂದು ತರಬೇತಿ (trainer) ವಿಮಾನವನ್ನು ಹೆಚ್‌ಟಿ–೨ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನೊಂದಿಗೆ ತಯಾರಿಸಿತು. ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸುಮಾರು ೧೬೦ ಹೆಚ್‌ಟಿ–೨ಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ದೇಶವಿದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿವೆ.

ವ್ಯಾಂಪೈರ್ : ಇದು ಒಂದು ಶಬ್ದನೀಚ (subsonic) ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನ. ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ ಡಿ. ಹೆವಿಲ್ಯಾಂಡ್ ಕಂಪನಿಯೊಂದಿಗೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡ ಒಪ್ಪಂದವೊಂದರ ಪ್ರಕಾರ ಭಾರತದ ವಾಯುದಳಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ವ್ಯಾಂಪೈರ್ ವಿಮಾನಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್ ತಯಾರಿಸಿದೆ.

ಗ್ನಾಟ್ : ಭಾರತ-ಪಾಕಿಸ್ತಾನ ಯುದ್ಧದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಗೆ ಬಂದ ಗ್ನಾಟ್ ಒಂದು ಸೂಪರ್‌ಸಾನಿಕ್ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನ. ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟನ್ನಿನ ಫಾಲೆನ್ಸ್ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್‌ನೊಡನೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡ ಒಪ್ಪಂದದ ಪ್ರಕಾರ ಗ್ನಾಟ್ ಎಚ್‌ಎಎಲ್ ನಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಹೆಚ್‌ಎಫ್-೨೪ : ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ ರೂಪಿಸಿದ ಸೂಪರ್ ಸಾನಿಕ್ ಫೈಟರ್ ವಿಮಾನವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ನಿರ್ಧಾರವಾಯಿತು. ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಕುರ್ಟ್ ಟಾಂಕ್ ರವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನ್ ಎಂಜಿನಿಯರುಗಳ ಸಹಾಯವನ್ನು ಪಡೆದು ಭಾರತದ ೧೦೦ ಜನ ಎಂಜಿನಿಯರುಗಳ ತಂಡ ಈ ವಿಮಾನವನ್ನು ರೂಪಿಸಿ ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಹಾರಾಟವನ್ನು ನಡೆಯಿಸಿತು. ವಿಮಾನದ ಶಕ್ತಿ ಎರಡು ಆರ್‌ಫಿಯಸ್ ೭೦೩ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಭಾರತದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಘಟನೆ. ಬ್ರಿಟನ್, ಅಮೆರಿಕಾ, ರಷ್ಯಾ, ಸ್ವೀಡನ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್‌ಗಳ ನಂತರ ಭಾರತವೇ ಪ್ರಪಂಚದ ಆರನೆಯ ಜೆಟ್‌ವಿಮಾನ ನಿರ್ಮಾಪಕ ರಾಷ್ಟ್ರವಾಗಿದೆಯೆಂದು ನಾವು ಹೆಮ್ಮೆಪಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಮುಂದೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಹೆಚ್‌ಎಫ್-೨೪ರ ಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಆಲೋಚನೆಯೂ ಇವೆ.



ಎಚ್‌ಎಎಲ್ ನಿರ್ಮಿತ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನ, ಕಿರಣ್ ; ಎಚ್‌ಜೆಟಿ-೧೬

ಇತರ ವಿಮಾನಗಳು : ಪುಷ್ಪಕ್ ಎಂಬ ಟ್ರೈನರ್ ವಿಮಾನವೂ, ಕೃಷಿ-ವಾಣಿಜ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗವಾಗುವ ಕೃಷಕ್ ವಿಮಾನವೂ ತಯಾರಿ

ಸಲ್ಪಡುತ್ತಿವೆ. ಡಾಕ್ಟರ್ ಘಾಟ್ಗೆ ಅವರ ಮುಖಂಡತ್ವದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪೈಪರ್ II ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ನಿನಿಂದ ಓಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಜೆಟ್ ಟ್ರೈನರ್ ವಿಮಾನ ೧೯೬೪ರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್‌ಜೆಟಿ–೧೬ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತು. ಎರಡು ಆಸನದ ಈ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನವೂ ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್‌ನ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲೊಂದು. ೧೦.೬ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದ, ೧೦.೭ ಮೀಟರ್ ಅಗಲ, ೩.೬ ಮೀಟರ್ ಎತ್ತರ, ೩,೪೦೦ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ಭಾರದ ಈ ವಿಮಾನ ೧೧೩೪ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ನೂಕುಬಲದ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಘಂಟೆಗೆ ೭೮೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ಅತ್ಯುಚ್ಚ ವೇಗವನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ.

ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್: ಚೀಣಾದೊಡನೆ ನಡೆದ ಕಾದಾಟದಲ್ಲಿ ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್ ಪರ್ವತ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಅಗತ್ಯವೆಂಬುದರ ಅರಿವಾಯಿತು. ಈಗ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ಸಡ್ ಏವಿಯೇಷನ್‌ನ ಸಹಕಾರದಿಂದ ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್‌ನಲ್ಲಿ 'ಆಲೋತ್' (Aloutte) ಹೆಲಿಕಾಪ್ಟರ್‌ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣವೂ ನಡೆಯಲಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ "ಆರ್‌ಕೋಸ್ತ್" ಕೂಡ ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ತರ್‌ಬೋಮೆಕ್ಕ ರವರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್‌ನಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್: ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್ ಆರ್‌ಫಿಯಸ್ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ತಯಾರಿಕೆಗಾಗಿ ಒಪ್ಪಂದ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿತು. ಗ್ನಾಟ್ ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಆರ್‌ಫಿಯಸ್ ೭೦೧ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳನ್ನು ೧೫೦ಕ್ಕಿಂತ ಜಾಸ್ತಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹೆಚ್‌ಎಫ್–೨೪ ವಿಮಾನದ ಆರ್‌ಫಿಯಸ್ ೭೦೩ ಜೆಟ್ ಎಂಜಿನಿನ ತಯಾರಿಕೆಯೂ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಆವ್ರೊ ೭೪೮ ವಿಮಾನದ ಟರ್ಬೋಪ್ರಾಪ್ ಎಂಜಿನ್ ಡಾರ್ಟ್ ಆರ್‌ಡಿಎ–೭ ಕೆಲವು ತಯಾರಾಗಿವೆ.



ಎಚ್‌ಎಎಲ್ ನಿರ್ಮಿತ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್; ಎಚ್‌ಜೆಇ–೨೫೦೦

ಹೆಚ್‌ಜೆಇ–೨೫೦೦: ಕಿರಣ್ ವಿಮಾನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಎಂಜಿನ್ನನ್ನು ಹೆಚ್‌ಎಎಲ್‌ನಲ್ಲಿಯೇ ರೂಪಿಸಿ ಹೆಚ್‌ಜೆಇ–೨೫೦೦ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ೮೫ ಅಂಗುಲ ಉದ್ದ, ೨೬ ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸದ ೫೮೫ಪೌಂಡ್ ತೂಕದ ಈ ಟರ್ಬೋಜೆಟ್ ಎಂಜಿನ್ ೨೫೦೦ ಪೌಂಡ್ ನೂಕುಬಲ ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಹಿಂದೂಸ್ಥಾನ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್ : ೧೯೬೪ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ ೧ರಂದು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಹಿಂದೂಸ್ಥಾನ್ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್ ಮತ್ತು ಕಾನ್‌ಪುರದ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ತಯಾರಕ ಡಿಪೋಗಳನ್ನು ಒಂದುಗೂಡಿಸಿ ಹಿಂದುಸ್ಥಾನ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್ ಲಿಮಿಟೆಡ್‌ನ ರಚನೆಯಾಯಿತು. ಕಾನ್‌ಪುರದ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ಆವ್ರೋ—೭೪೮ ಸಾರಿಗೆ ವಿಮಾನ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ರಷ್ಯದ ಮಿಗ್ ವಿಮಾನದ ತಯಾರಿಕೆಗಾಗಿ ಕೋರಾಪಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಏಳುತ್ತಿರುವ ಏರೋಎಂಜಿನ್, ನಾಸಿಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ವಿಮಾನ ಜೋಡಣೆಯ ಮತ್ತು ಹೈದರಾಬಾದಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿಮಾನದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕಂಟ್ರೋಲ್ ಸಾಧನೆಗಳ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳೂ ಹಿಂದೂಸ್ಥಾನ್ ಏರೋನಾಟಿಕ್ಸ್‌ನಿಂದ ನಡೆಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಇತರ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು : ವಿಮಾನಗಳ, ಎಂಜಿನ್‌ಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲದೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ(Research and Development)ಗಾಗಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಏರೋನಾಟಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬರೇಟರಿ ಮತ್ತು ರಕ್ಷಣಾ ಸಚಿವಾಲಯದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಶ್ರಮಿಸುತ್ತಿವೆ.

ಭಾರತದ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ನಾವು ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಹೇರಳವಾಗಿ ಧನವ್ಯಯ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದೇವೆಂಬುದೇನೋ ನಿಜ. ಆದರೆ ಮುಂದುವರಿದ ಆಧುನಿಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕೆ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ತೊಡಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸಂಪತ್ತಿನೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಇದು ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಭಾರತದ ಸಾಧನೆಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿವೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ : ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಳಾಭಾವದಿಂದ ಚರ್ಚಿಸಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕೈಬಿಡಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಚಂದ್ರಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ಉಪಯೋಗಕ್ಕಾಗಿ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವ ಮಾನವಸಹಿತ ಹಾರುವ ಯಂತ್ರ, ಹವರ್ ಕ್ರಾಫ್ಟ್, ಎಸ್‌ಟಿಓಎಲ್. ಚರ್ಚಿಸಲಾದ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಗಮನಿಸಲು ಆಗಿಲ್ಲ.

ಕೃತಜ್ಞತೆ : ಚಿತ್ರಗಳ ಮತ್ತು ಸಾಹಿತ್ಯದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ನೆರವು ನೀಡಿದ ಕೆಳಕಂಡ ವಿಮಾನ ತಯಾರಿಕರಿಗೆ ಲೇಖಕನು ಕೃತಜ್ಞ.

1. British Aircraft Corporation, London, N.K.
2. Hughes Tool Company/Aircraft Divsion, U.S.A.
3. General Electric Company, Schenectady, N.Y., U.S.A.
4. General Dynamics Corporation, Fortworth, U.S.A.
5. Bell Helicopter Company, Fortworth, Texas, U.S.A.
6. Hindustan Aeronautics Ltd, Bangalore 17.
7. Prof. Francis Morse, Boston University, Boston, U.S.A.
8. Rolls Royce Limited, Derby, U.K.

ಸಿ. ಕೆ. ವೆಂಕಟನರಸಿಂಹಯ್ಯ

ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್

ನಾವು ಜೀವಿಸುತ್ತಿರುವುದು ವಿಜ್ಞಾನಯುಗದಲ್ಲಿ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಶಾಖೋಪಶಾಖೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ವಿಷಯ ಸಂಗ್ರಹಣ, ಅವುಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳುವಳಿಕೆ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿವೆ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿರುವ ಲೇಖನಗಳು ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವುದೇ ತನ್ನ ಧ್ಯೇಯವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ವಿಷಯ ಸಂಪಾದನೆಗಳಿಂದ ತನ್ನ ತಿಳುವಳಿಕೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಲೂ, ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತಲೂ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಾನೆ. ಅಲ್ಲದೆ ತನ್ನ ತೀವ್ರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಅನೇಕ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾನೆ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿಯಾದರೋ ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತಿದ್ದು, ಅಲ್ಲಿನ ಗಹನ ನಡವಳಿಕೆಗಳ ಅರಿವಿನಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿತ್ರಯ–ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲ–ದ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿವಳಿಕೆಯನ್ನೂ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ವಿವಿಧ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಮಂಜಸವಾದ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನೂ ಒದಗಿಸುವಂತಹವಾಗಿವೆ.

ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ವಿಚಾರ ಮಾಡಿ ತಿಳಿಯಲು ಹೊರಟಿರುವ ವಿಷಯವೂ ಅಂತಹವುಗಳಲ್ಲೊಂದು; ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ್ದು. ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಅವುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ತಿಳಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಹೊರಗಡೆಯಿಂದ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ತತ್ಫಲವಾಗಿ ದೊರೆತ ಸಾಧನಗಳೇ ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವ ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್. ಕೇವಲ ಹತ್ತಾರುವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ತಯಾರಾದ ಈ ಸಾಧನಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನ ಅಂತರ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುವುದರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಎಷ್ಟು ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧಿಸಿದ್ದಾರೆಂಬು

ದನ್ನೂ ಅಲ್ಲದೆ ಆ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿನ ಹತೋಟಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದಾರೆಂಬುದನ್ನೂ ತೋರಿಸಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಎಂಬ ಈ ಪದಗಳು ಪ್ರಥಮಾಕ್ಷರಿಗಳು; ಅಂದರೆ ಇಂಗ್ಲೀಷಿನ Micro-wave amplification by stimulated emission of radiation, Light amplification by stimulated emission of radiation ಎಂಬ ಪದಸಮುಚ್ಚಯದ ಮೊದಲಕ್ಷರಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಕೂಡಿಸಿ ಪಡೆದ ಹೊಸ ಪದಗಳು. 'ವಿಸರಣ (Radiation) ದ ಪ್ರಚೋದಿತ ವಿಸರ್ಜನೆಯಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ (ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿತರಂಗಗಳ) ವರ್ಧನ' ಎಂಬುದನ್ನು 'ವಿಪ್ರವಿಸೂವ' ('ವಿಪ್ರವಿದ್ಯುವ') ಎಂದು ಕರೆದಂತೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಈ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗ ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ವರ್ಧನವನ್ನು ಯಾವರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯಗೊಳಿಸಿದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯಲು ಈ ತರಂಗಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಅವು ಹೇಗೆ ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನೂ ತಿಳಿಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳು, ಬೆಳಕು ಇವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ (Electro-magnetic waves) ಅನೇಕ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು. ನಮಗೆ ಪರಿಚಯವಿರುವ γ–ಕಿರಣಗಳು, X–ಕಿರಣಗಳು, ಊದಾತೀತ (Ultraviolet) ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳು (Radio waves) ಇವೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ರೂಪಗಳು. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲದೆ ತರಂಗ ತರಂಗಗಳಾಗಿ ಓಡುತ್ತದೆಂದು ಮ್ಯಾಕ್ಸ್‌ವೆಲ್ಲನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಸಿದ್ಧಾಂತವು (Electro magnetic theory) ತೋರಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಶೂನ್ಯಾವರಣದಲ್ಲಿ ಈ ಓಟದ ವೇಗವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧೮೬,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳಂತೆ ಅಥವಾ ೩ ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರುಗಳಂತೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಅದರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಕೆಲವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣಗಳಿರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಕಂಡುಬರುವ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳು ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಇರುತ್ತದೆಂದರ್ಥ.

ವಿಶಾಲವಾದ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಅಲೆಗಳು ಓಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಓಟದಲ್ಲಿ ಆಗುವುದಾದರೂ ಏನು? ನೀರಿನ ಯಾವ ಕಣವೂ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಓಡದೆ ತಾನಿರುವಲ್ಲಿಯೇ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ, ಮೇಲಕ್ಕೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಎಲೆ ಚೂರು, ಕಾಗದ, ಕಡ್ಡಿ, ಇತ್ಯಾದಿ ಹಗುರು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಿರಿಸಿದರೆ ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅವು ನಿಂತಲ್ಲೇನಿಂತು ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ. ಪ್ರದೇಶದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸ್ಥಳವನ್ನು ಗಮನವಿಟ್ಟು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ

ಮಟ್ಟವು ಏರುವುದು, ಇಳಿಯುವುದು, ಏರುವುದು ಮತ್ತು ಇಳಿಯುವುದು ನಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬಂದ ವಿಷಯ. ಇದು ನೀರಿನ ಪ್ರದೇಶದ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಆವರ್ತಚಲನೆ (periodic motion). ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲುಂಟಾದ ಈ ಆವರ್ತಚಲನೆಯು ಪಕ್ಕದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬೇಗ ಬೇಗನೆ ಆಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ, ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರದೇಶವನ್ನೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಣ್ಣಿಗೆ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಓಟವಿದೆಯೆಂಬ ಭಾವನೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟಕ್ಕುಂಟಾದ ಏರಿನ (crest) ಅಥವಾ ಇಳಿತ(trough)ದ ಓಟವೇ ಇಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ಓಟ. ಈ ಏರು ಅಥವಾ ಇಳಿತವನ್ನು ಆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ನೀರಿಗೆ ಉಂಟಾದ ಅವಸ್ಥೆ (state) ಎನ್ನಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಏರು ಅಥವಾ ಇಳಿತ ಓಡುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವ ಬದಲು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲುಂಟಾದ ಒಂದು ಅವಸ್ಥೆಯು ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಧಾವಿಸುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನಲೂಬಹುದು. ಅಲೆಗಳು ಸತತವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಈ ರೀತಿಯ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅವಸ್ಥೆಯು ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿಯೂ ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಆಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ರೀತಿಯ ಈಗಾದ ಅವಸ್ಥೆಯು ಪುನಃ ಮುಂದಿನ ಸಲ ಉಂಟಾಗಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾಲವನ್ನು ತರಂಗದ ಆವರ್ತಕಾಲ (Periodic time) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಆವರ್ತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಸಲ ಆಗುತ್ತದೆಯೋ ಆ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ತರಂಗದ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ (ν) (frequency) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅವಸ್ಥೆಗೂ ಅದರ ಮುಂದೆ ಧಾವಿಸಿ ನಡೆದ ಅದೇ ರೀತಿಯ ಮುಂದಿನ ಅವಸ್ಥೆಗೂ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು ತರಂಗದೂರ, ಅಥವಾ ತರಂಗಾಂತರ (λ) (wave length) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಈ ವಿವರಣೆಗಳಿಂದ ಪ್ರದೇಶದ ಯಾವುದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅವಸ್ಥೆಯು ಪುನರಾವರ್ತಿಸುವ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ, ಮುಂಚೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದದ್ದು ತರಂಗದೂರದಷ್ಟು ಸಾಗಿರುತ್ತದೆಂಬುದು ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವ ವಿಷಯ. ಆದುದರಿಂದ ತರಂಗದೂರ(λ)ವು ಆವರ್ತ ಕಾಲ(T)ದಲ್ಲಿ ತರಂಗವು ಧಾವಿಸುವ ದೂರ ಎನ್ನಬಹುದು.

$$\therefore \text{ ತರಂಗದ ವೇಗ} = \frac{\text{ತರಂಗದೂರ } (\lambda)}{\text{ಆವರ್ತಕಾಲ } (T)}$$

ಆದರೆ ಮೇಲಿನ ವಿವರಣೆಯಿಂದ, ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ $= \frac{1}{\text{ಆವರ್ತಕಾಲ}}$;

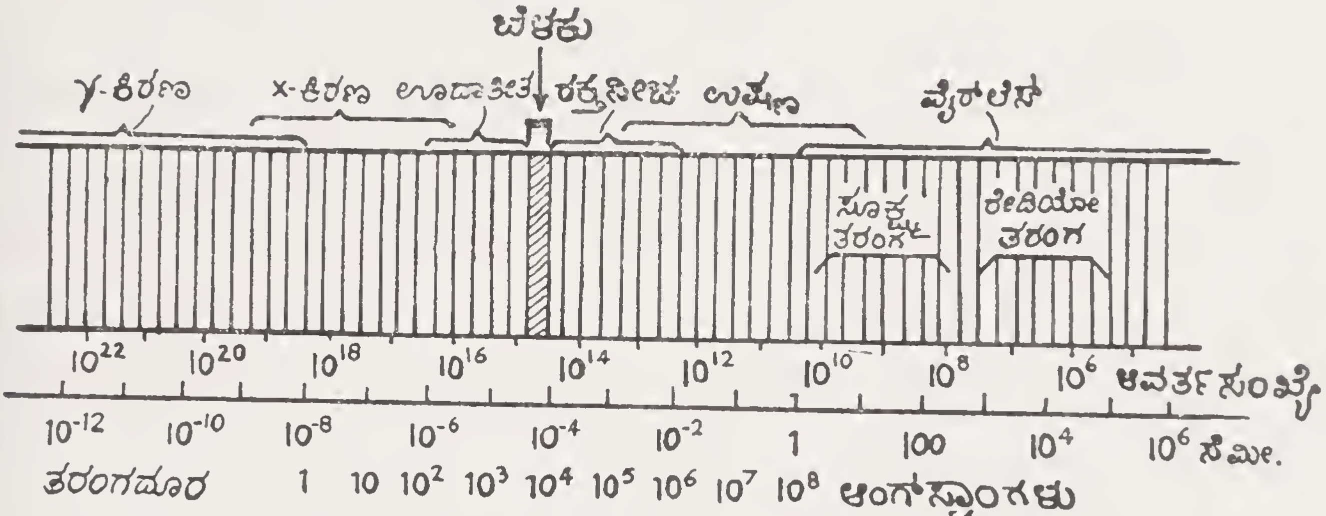
ಆದುದರಿಂದ ತರಂಗದ ವೇಗ $=$ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ $\times$ ತರಂಗದೂರ.

ತರಂಗದ ಲಕ್ಷಣಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಈ ಸರಳ ಸಂಬಂಧವು ಎಲ್ಲಾ ರೀತಿಯ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಸಂಬಂಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ಈ ವಿಷಯಗಳೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಸರಿಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ನೀರಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ನೋಡುವಂತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ನೋಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ ಮತ್ತು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಆವರ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಅವುಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ (Intensity) ಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳು ಆವರ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಶೂನ್ಯಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಗಬಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ನೀರಿನ ಅಲೆಗಳಂತೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಮಾಧ್ಯಮವು ಬೇಕೇ ಬೇಕೆನ್ನುವಹಾಗಿಲ್ಲ; ಮತ್ತು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಆಗಲೂ ಆಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (Electron) ಒಂದು ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ಅದು ನೀರಿನ ಮೇಲಿರಿಸಿದ ಬೆಂಡಿನಂತೆ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ನೀರಿನ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ನೀರು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ; ಆದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಅನಾವಶ್ಯಕ. ಅವುಗಳಿದ್ದರೆ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಇಂದ್ರಿಯ ಗೋಚರವಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದು.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ವಿಧವಿಧವಾಗಿರಬಹುದೆಂದು ಮೇಲೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ರೀತಿಯುವನ್ನು ನಮ್ಮ ಇಂದ್ರಿಯಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಗಮನಿಸಿ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೆಳಕು ನಮ್ಮ ನಯನೇಂದ್ರಿಯಕ್ಕೂ, ಉಷ್ಣಕಿರಣ (ರಕ್ತನೀಚ; infrared)ವು ಸ್ಪರ್ಶೇಂದ್ರಿಯಕ್ಕೂ ನೇರವಾಗಿ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಒಂದು ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ತರಂಗಾಂತರ ಮಾತ್ರ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ತರಂಗ ದೂರಗಳು ಕಿಲೋಮೀಟರ್, ಮೀಟರ್‌ಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು, ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ದಶ ಕೋಟ್ಯಂಶ, ಸಹಸ್ರ ಕೋಟ್ಯಂಶಗಳವರೆವಿಗೂ ಹಬ್ಬಿರುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕು, X-ಕಿರಣ ಗಳು ಮುಂತಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳು ಅತಿ ಹ್ರಸ್ವವಾಗಿ ಇರುವುದರಿಂದ ಅಂತಹವುಗಳನ್ನು ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ ಮಾನ(Angstrom unit)ದಿಂದ ಅಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ ಮಾನವು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ದಶಕೋಟ್ಯಂಶ. ಬೆಳಕೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ತರಂಗದೂರವು ಸುಮಾರಾಗಿ ೪,೦೦೦ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗಳಿಂದ ೭,೦೦೦ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗಳವರೆಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಊದಾಯಿಂದ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದವರೆಗೆ ಬಣ್ಣ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದಂತೆ ತರಂಗದೂರವೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತರಂಗದೂರದಲ್ಲಿ ಹೇಳುವಂತೆಯೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹೇಳಬಹುದು. ಆದರೆ ತರಂಗದೂರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ತರಂಗದೂರವು ಅನೇಕ

ಮೀಟರ್‌ಗಳಿರುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಕೆಲವು ಕಿಲೋ ಸೈಕಲ್‌ಗಳಷ್ಟೂ, ೧ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂನ ಸಹಸ್ರಾಂಶದಷ್ಟು ತರಂಗದೂರವಿರುವ γ-ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ೩ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಸೈಕಲ್‌ಗಳಷ್ಟೂ ಇರುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೇಲಿನ ಮುಖ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣ ಪಟಲದ ಚಿತ್ರ ೧ರಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೧. ಈಗ ಗೊತ್ತಿರುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ಹಲವಾರು ಭಾಗಗಳು

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ತರಂಗ ತರಂಗಗಳಂತೆ ಸಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು, ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಎಫೆಕ್ಟ್, ರಾಮನ್ ಎಫೆಕ್ಟ್ ಅಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತನ್ನ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಯಿತು. ಮೇಲಿನಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವಿಸರಣವು ತರಂಗ ರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂದರೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯು ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಕಣಸಮೂಹ ಎಂದು ಆಗ ಯೋಚಿಸುವುದು ಆವಶ್ಯಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣವೂ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಟ್ಟಾಗಿದ್ದು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವಿಸರಣದ ರೂಪ ಬೇರೆಯಾದಂತೆ ಈ ಕಟ್ಟಿನ ಶಕ್ತಿಯೂ ಬೇರೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯು ಕಟ್ಟು ಕಟ್ಟುಗಳಾಗಿರುತ್ತದೆಂದರ್ಥ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ವಿಭಜಿಸಿದಾಗ ನಮಗೆ ಸಿಗುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಕಣವು ಅಣುವೋ ಅಥವಾ ಪರಮಾಣುವೋ ಆಗಿರುವಂತೆ, ಶಕ್ತಿಯ ಈ ಸಣ್ಣ ಕಟ್ಟುಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯ ಅಂತಿಮ ಕಣಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯ ಈ ಕಟ್ಟನ್ನು ಫೋಟಾನ್ (Photon) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪ್ಲಾಂಕಿನಿಂದ ಪ್ರತಿಪಾದಿತವಾದ ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಬೆಳಕಿನ "ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದ" (Quantum theory of Light) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಈ ವಾದದ ಪ್ರಕಾರ ಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿ (E)ಯು ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೂ ಆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ (ν)ಗೂ ಒಂದು ಸರಳ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಅವನ್ನು $E = h\nu$ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ h ಎಂಬುದು ಒಂದು ನಿಯತಾಂಕ. ಅದನ್ನು ಪ್ಲಾಂಕಿನ ನಿಯತಾಂಕ (Planck's constant) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ X–ಕಿರಣದ ಈ ಕಟ್ಟಿನ — ಫೋಟಾನಿನ — ಶಕ್ತಿಯು ಬೆಳಕಿನ ಫೋಟಾನಿನ ಸುಮಾರು ೧೦೦೦ದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಹೇಗೆ ಜನಿಸುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಯೋಣ. ಒಂದು ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಆವರ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಳುಹಿದರೆ—ಅಂದರೆ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಅದು ಒಂದು ಮಟ್ಟವನ್ನು ತಲುಪಿದ ಮೇಲೆ ಕ್ರಮೇಣ ಅದನ್ನು ಕಡಮೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅದೇಮಟ್ಟ ವನ್ನು ತಲುಪಿಸಿ, ಈ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಪುನರಾವರ್ತಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ—ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ತಂತಿಯಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಯುವ ಈ ರೀತಿಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹ (alternating current) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಮನೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುನ್ಮಂಡಲ (electric circuit) ಗಳ ಮೂಲಕ ಹರಿಯುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಪರ್ಯಾಯವಾದುದರಿಂದ ಅಲ್ಲೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಜನಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟುಸಲ ಪರ್ಯಾಯವಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಪರ್ಯಾಯ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟೇ ಸಲ ಆವರ್ತಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ರೇಡಿಯೋ ಕ್ಷೇತ್ರ, ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಕೆ (vacuum tube)ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಆವರ್ತಜನಕ(oscillator) ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವಾದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಣ ಸಮೂಹವನ್ನು ಆವರ್ತಚಲನೆಗಳಿಗೊಳಪಡಿಸಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಚಲನೆಯ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಜನಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಬೆಳಕಿನಂತಹ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಆವರ್ತ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರಾಗಿ ೬ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಸಲ ಆಗುತ್ತಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ

ಹಂತ ಹಂತ[1]ಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ನೆಗೆತಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಸಹಜವಾಗಿ ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ.

ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯು ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಿಚಯವಿದೆ. ಅಣುವು ಎರಡು ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವು ಒಂದೇ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಅಥವಾ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಾಗಿರಬಹುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಇನ್ನೂ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಕಣಗಳುಂಟು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವಾದ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದಂಶವಿಲ್ಲದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದಲೂ ರಚಿತವಾದ ಬೀಜಕಣವೆಂದು ಕರೆಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಒಂದು ಗಟ್ಟಿ ಉಂಡೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೀಜಕಣವನ್ನು ಬಿಡುವಿಲ್ಲದೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಬೀಜಕಣದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಮವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗಿರುವುದರಿಂದಲೇ ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರೂ ನಮಗೆ ವಿದ್ಯುಡ್ಡಕ್ಕೆ (Electric shock) ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಭಾರವು ಪ್ರೋಟಾನಿನ ೧೮೪೦ರ ಅಂಶವಾದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಭಾರವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬೀಜಕಣವೇ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಾಗ ಲಾರದು. ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುವೂ ಇದೇ ರೀತಿಯ ರಚನೆ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

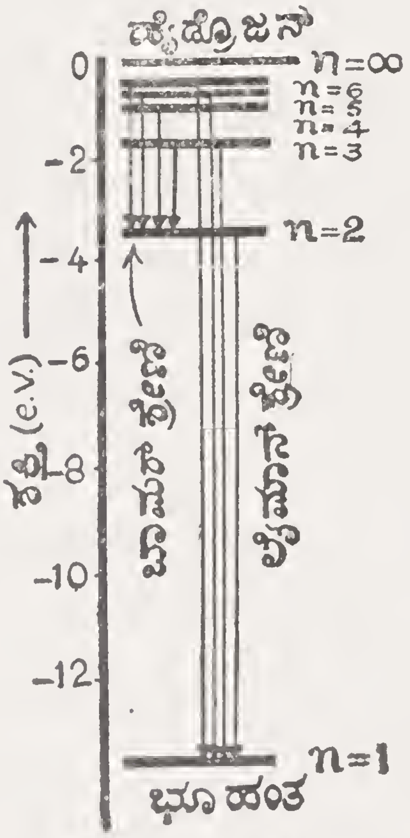
ಪರಮಾಣುವಿನ ಸಾಧಾರಣ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ತನ್ನ ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬೀಜಕಣದ ಸುತ್ತಲೂ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸುತ್ತಬಲ್ಲದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇರಬಲ್ಲ ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ಪಥವನ್ನೂ ಸ್ಥಿರಪಥ ಎನ್ನಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಇದರಿಂದ ಒಂದು ಪಥದ ನೆಲೆ ತಪ್ಪಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬೀಜಕಣದ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟಂತೆ ಇರಬೇಕಾದರೆ ಮತ್ತಾವುದಾದರೊಂದು ಸ್ಥಿರಪಥವಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ತೀರ್ಮಾನವಾಗುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳಲ್ಲಿರುವಾಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅವನ್ನು ಒಂದು ಪಥದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ಅಂದರೆ ಬೀಜಕಣಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಪಥದಿಂದ ದೂರದ್ದಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ಆ ಪಥಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇಲೆ ಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೆ ಒದಗಿಸಬೇಕೆನ್ನುವುದು ಸಹಜವಾದ ವಿಷಯ. ಹೀಗೆಯೇ ದೂರದ ಪಥ ದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಒಳಗಿರುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪಥಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ

---

[1] ಇಲ್ಲಿ ಹಂತವೆಂದರೆ ಶಕ್ತಿಹಂತವೆಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಶಕ್ತಿಹಂತವೇನೆಂದು ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಆ ಎರಡು ಪಥಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಮೇಲಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ಒಯ್ದರೆ, ಅದು ಅಲ್ಲಿಂದ ತಾನೇ ತಾನಾಗಿ ಕೆಳಗಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ಬೀಳುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾವು ಅದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಒದಗಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಯು ಪುನಃ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಎಳೆದ ಮಟ್ಟ ರೇಖೆಗಳಿಂದ ಸೂಚಿಸುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಈ ತೆರನಾದ ರೇಖಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಶಕ್ತಿಮಟ್ಟ ಅಥವಾ ಶಕ್ತಿಹಂತ ಚಿತ್ರ (Energy level diagram) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಕೆಳಗಡೆ ಇರುವ ಹಂತವು ಬೀಜಕಣಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇದ್ದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯೆಷ್ಟೆಂದು ತಿಳಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಹಂತವನ್ನು ಭೂಹಂತ (ground state) ಎಂದೆನ್ನುವುದೂ ರೂಢಿ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪಥಗಳಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟಿರುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನೂ, ಒಂದು ಪಥದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಎಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನೂ ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗೆ ಸಲ್ಲುವ ಶಕ್ತಿಹಂತ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲಾಗಿದೆ.



ಚಿತ್ರ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಸಲ್ಲುವ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು.

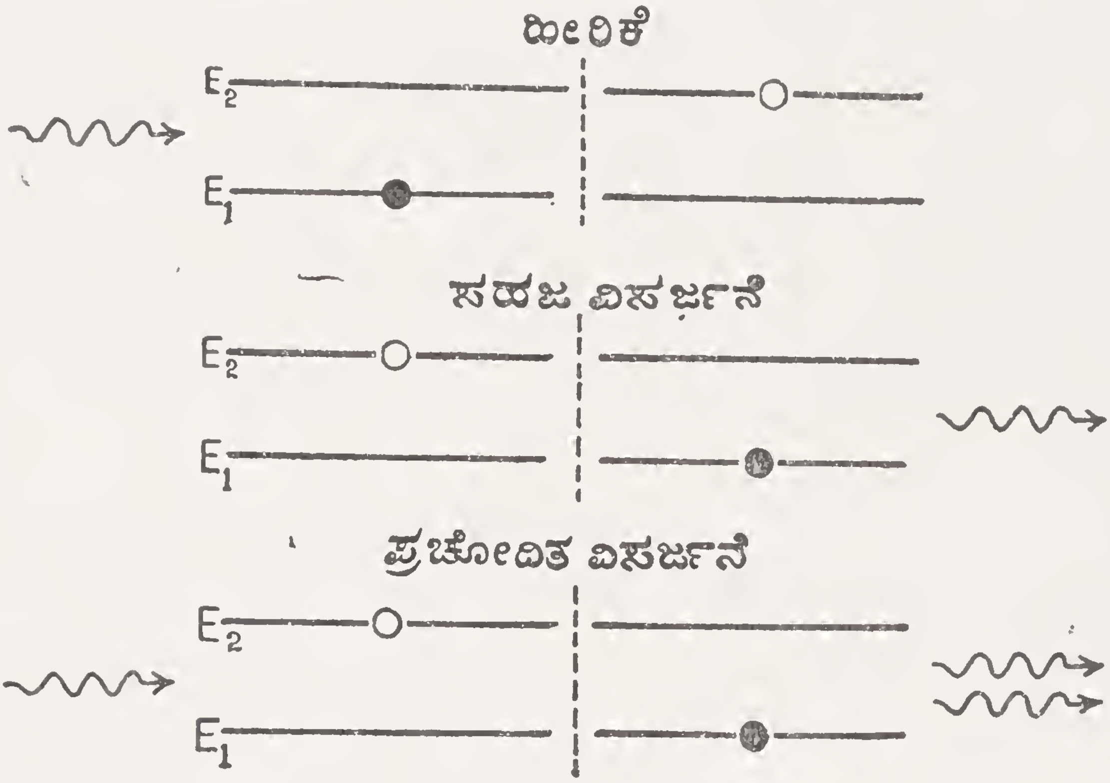
ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯೂ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದರಿಂದ, ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವೇ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಂದರೆ ಅದೂ ಸರಿಯಾದ ಮಾತು. ಹೀಗೆ ಪರಮಾಣುವು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಕೆಳಗಿನದಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಜಶಕ್ತಿ (potential energy)ಯು ಕಡಮೆಯಾಗಿ, ಶಕ್ತಿಯ ಈ ನಷ್ಟವು ಫೋಟಾನಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುವು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಫೋಟಾನ್ ಒಂದು ಜನಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು h ಇಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಅಷ್ಟು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವು ಪರಮಾಣುವು ಈ ರೀತಿ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ ಜನಿಸಿತೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಕೆಳಹಂತದಿಂದ ಮೇಲಿನದಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಲು ಅದಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು

ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಈ ಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಫೋಟಾನನ್ನು ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಅದು ಕೆಳಹಂತದಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುವು ಹೀರಿಕೊಂಡ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿತಿಜಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಅಂತಹುದನ್ನು ಪರಮಾಣುವು ಹೀರುವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುವು ತಾನು ಯಾವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆಯೋ ಅಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅದು ಹೀರುವ ಗುಣ ಉಳ್ಳದ್ದೆಂದು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ತರಂಗಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಯಾವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣುವು ವಿಸರ್ಜಿಸಬಲ್ಲುದೋ ಅಂತಹವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅದು ಹೀರುತ್ತದೆಂದೂ, ಅವಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅದು ಹೀರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲ್ಲಿನ ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವು ತೋರಿಸಿಕೊಡುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಒಂದು ಸೋಡಿಯಂ ದೀಪದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಅದಕ್ಕಿಂತ ತಣ್ಣಗಿರುವ ಸೋಡಿಯಂ ಆವಿಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ ಬೆಳಕಿನ ಕಾಂತಿಗೆ ಚ್ಯುತಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಆವಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸೋಡಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವು ಹೊರಸೂಸುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕು ಬೇರೆ ಧಾತು (element) ವಿನಿಂದ ಬಂದದ್ದಾದರೆ ಸೋಡಿಯಂ ಆವಿಯು ಅದನ್ನು ಹೀರುವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಆವಿಯ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಕಾಂತಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕುಂದುಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಆವಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸೋಡಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಹೀರುತ್ತವೆಂದೂ ಮಿಕ್ಕಾವವನ್ನೂ ಅವು ಹೀರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಈ ಪ್ರಯೋಗವು ತಿಳಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಜೊತೆ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾದರೆ, ಅಂತಹ ಫೋಟಾನಿಗೂ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಆಗುವ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಉಂಟಾಗುವುದುಂಟು. ಪರಮಾಣವು ಕೆಳಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆದ ಫೋಟಾನನ್ನು ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಂಡು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ; ಆದರೆ ಪರಮಾಣುವು ಮುಂಚೆಯೇ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಆಗ ತಾನು ಧುಮುಕಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಕಾಲಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆಯೇ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಅದು ಧುಮುಕುತ್ತದೆ. ಈ ವಿದ್ಯಮಾನದಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನಿನಷ್ಟೇ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಮತ್ತೊಂದು ಫೋಟಾನ್ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದು ಕಂಡಂತೆಯೇ ಇದೆ; ಅಂದರೆ ನಾವು ಕಳುಹಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ

ತರಂಗದಷ್ಟೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಮತ್ತೊಂದು ತರಂಗವು ಜನಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೩ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದೆ. ಹೊರಗಡೆಯಿಂದ ಕಳುಹಿದ ವಿಸರಣದಿಂದುಂಟಾದ ಈ ರೀತಿಯ ಫೋಟಾನಿನ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಪ್ರೇರಿತ ವಿಸರ್ಜನೆ ಅಥವಾ ಪ್ರಚೋದಿತ ವಿಸರ್ಜನೆ (stimulated emission) ಎನ್ನು



ಚಿತ್ರ ೩. ಮೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಪ್ರಚೋದಿತ ವಿಸರ್ಜನೆ (ಕೆಳಗಿನದು)ಯನ್ನು ಹೀರಿಕೆ (ಮೇಲಿನದು) ಮತ್ತು ಸಹಜ ವಿಸರ್ಜನೆ (ಮಧ್ಯದ್ದು) ಗಳಿಂದ ಬಿಂಗಡಿಸಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಪಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುವು (ಎಡಗಡೆ ಮೇಲಿನ ಕಪ್ಪು ಚೊಟ್ಟು) ಫೋಟಾನೊಂದನ್ನು (ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಬಾಣ) ಹೀರಿದಾಗ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ (ಬಲಗಡೆ ಮೇಲಿನ ಖಾಲೀ ಚೊಟ್ಟು). ಉದ್ರಿಕ್ತವಾದ ಈ ಪರಮಾಣುವು (ಎಡಗಡೆ ಮಧ್ಯದ್ದು) ಭೂಪಂತಕ್ಕೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಬಿದ್ದಾಗ (ಬಲಗಡೆ ಮಧ್ಯದ್ದು) ಫೋಟಾನೊಂದನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ಆಚೆಯಿಂದ ಕಳುಹಿದ ಫೋಟಾನಿನಿಂದ ಕೂಡ (ಎಡಗಡೆ ಕೆಳಗಿನದು) ಉದ್ರಿಕ್ತ ಈ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಬೀಳಿಸಬಹುದು. ಆಗ ನಾವು ಕಳುಹುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಮತ್ತೊಂದು ಫೋಟಾನ್ ಜನಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ದ್ವಿಗುಣ (ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಎರಡು ಬಾಣಗಳು) ವಾಗುತ್ತವೆ.

ತ್ತಾರೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವಾಗಿ ಬೀಳುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆಯೇ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಬೀಳಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಪದಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಎರಡು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸುವಂತೆ ಬೆರೆಯುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವು ನಾವು ಕಳುಹಿಸಿದರ ಜೊತೆಗೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳಿಸುವಂತೆಯೇ ಸೇರಿ

ಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅಥವಾ ಎರಡೂ ಸಹ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿನ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತೆರಡು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಘಟ್ಟಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಇನ್ನೆರಡು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಜನಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ (chain reaction) ಯು ಮುಂದುವರಿದಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುವೆಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟ. ಇದೇ ಮೇಸರ್ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ರಹಸ್ಯ. ಹೀಗೆ ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳಿಂದ ಕೆಳಹಂತಗಳಿಗೆ ಬೀಳುವುದರಿಂದ ಜನಿಸುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳ ತಾಡನೆಗೆ ನಾವು ಕಳುಹಿಸುವ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದರಿಂದ ಆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಹ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಕುಂದುಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವೊಂದರ ವರ್ಧನವು ಅತಿ ನಿಖರವಾಗಿ ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅವಿರತವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ಒಂದನ್ನೊಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಆಗ ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ತಮಗೆ ದೊರೆತ ಶಕ್ತಿಗಳಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳಿಗೇರಬಹುದು. ಕೆಳಗಿನ ಹಂತಗಳನ್ನರಸಿ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಧುಮುಕುವುದು ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಸಹಜವಾದ ವರ್ತನೆಯಾದುದರಿಂದ, ಹಾಗೆಯೇ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಕೆಳಗಿನ ಹಂತಗಳಿಗೆ, ಭೂಹಂತಕ್ಕೂ ಧುಮುಕಿ ಬರಬಹುದು. ಈ ರೀತಿ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಕೆಳಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಎಡಬಿಡದೆ ಸಂಚರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಆದರೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಪರಮಾಣುಗಳು ನೆಲೆಸಿರುತ್ತವೆನ್ನುವುದು ಆವರಣದ ತಾಪವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿತರಣೆಯು ಬೊಲ್ಟ್ಸ್‌ಮನ್ ನಿಯಮ (Boltzmann law) ದ ಪ್ರಕಾರ ಇದ್ದು ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಮೆ ಇರುವ ಕೆಳಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಮೂಹದ ಅಣುಗಳಿಗಿರುವ ಸಹಜ ವಿತರಣೆ (normal distribution) ಎನ್ನಬಹುದು; ಅಂದರೆ ಹಂತವು ಏರಿದಂತೆ ಅಲ್ಲಿ ನೆಲಸಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳ ಸಹಜವಾದ ಈ ಸಂದಣಿಯ ಮೂಲಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ಯಾವುದಾದರೆರಡು ಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಮೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೀರುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತಷ್ಟು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಜನನಕ್ಕೆ ಎಡೆಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ನಾವು ಕಳುಹಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗದ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಕೆಳಹಂತದಲ್ಲಿರುವ

ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಶಕ್ತಿಹಂತಕ್ಕೆ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಹಜವಾಗಿ ಹೊಂದುವ ಈ ವಿತರಣೆಯಲ್ಲಿ ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಏರುಪೇರನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿದರೆ—ಅಂದರೆ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ—ಸಮೂಹದೊಳಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಸೂಕ್ತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿಸಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಜನಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ನಾವು ಕಳುಹಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಿ ಅದರ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳ ಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ ಉಂಟುಮಾಡಬೇಕಾದ ಈ ಏರುಪೇರನ್ನು ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯ (Population inversion) ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಮೇಲಿನ ಈ ವಿಷಯಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಪರಮಾಣುವಿನ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯವೆಂದೂ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆ ಅಣುಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು ಆವಶ್ಯಕವೆಂದೂ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ.

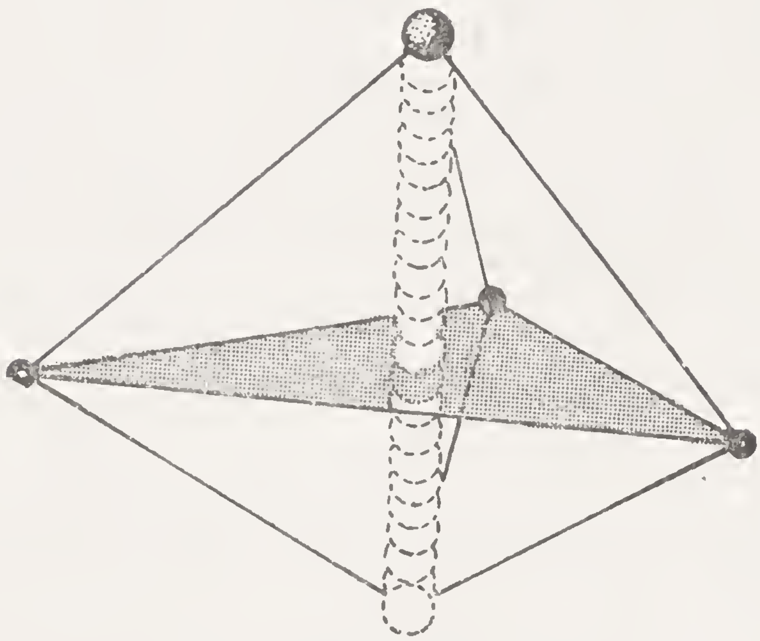
ರೇಡಿಯೋವನ್ನು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸ್ಟೇಷನ್‌ಗೆ ಶ್ರುತಿಮಾಡಿ ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲೇ ಇರುವ ಸ್ಟೇಷನ್ನಿನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವು ಅದಕ್ಕೆ ಬೆರೆಯುವುದು ಆಗಾಗ ನಮ್ಮ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಟೇಷನ್ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಗಳಷ್ಟೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತೊಂದೂ ಆಗ ಕಳುಹಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ರೇಡಿಯೋ ಸ್ಟೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಪ್ರೇಷಕ (transmitter) ವು ತಾನು ಕಳುಹಿಸಬೇಕಾದ ತರಂಗದ ಜೊತೆಗೆ ಪಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗಗಳನ್ನೂ ಆಗಾಗ ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಒಂದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿ ವಿಸರ್ಜಿಸುವಂತಹ ಸ್ಥಿರತೆ (stability) ಅದಕ್ಕೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ದೂರನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರೇಡಾರ್‌ನಂತಹ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕವಾದ ಸ್ಥಿರತೆಯುಳ್ಳ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಆವರ್ತಜನಕಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸಾಧನವು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಇಂತಹ ಆವರ್ತಜನಕಕ್ಕೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಿರತೆ ಇರಬೇಕೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಬದಲಾಯಿಸದಂತೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವಂತಹ ಆವರ್ತಜನಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವುದು, ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಯಥಾರ್ಥವಾಗಿ ವರ್ಧಿಸುವುದು, ಇಂತಹ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ಎಂಜಿನಿಯರ್‌ಗಳು ಬಹುಕಾಲದಿಂದ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ವರ್ಧಿಸಲು ಬಳಸುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವರ್ಧಕ (conventional amplifier)

ಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಕೆಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹವುಗಳಲ್ಲಿ ನಳಿಕೆಗಳ ಕಾದ ಕ್ಯಾಥೋಡಿನಿಂದ ಧನವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡದಲ್ಲಿರಿಸಿರುವ ಸಂಗ್ರಾಹಕ ಫಲಕ (collector plate)ದ ಕಡೆಗೆ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹದ ಮೇಲೆ ವರ್ಧಿಸಬೇಕಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಪೇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ತರಂಗದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ಏರಿಳಿತಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ತರಂಗದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದರ ಜೊತೆಗೆ 'ಗದ್ದಲ (noise)'ವೆಂದು ಕರೆಯಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಬೇಡ ಬೇಡದ ಬೇರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೂ ಅವಕಾಶಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವು ಯಥಾರ್ಥ ವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ನಿವಿಷ್ಟ ತರಂಗ (input wave) ವು ದುರ್ಬಲ ವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಉಂಟಾಗುವಷ್ಟೇ ವರ್ಧನವು 'ಗದ್ದಲ'ಕ್ಕೂ ಉಂಟಾಗ ಬಹುದು. ಅವೆರಡರ ಬೆರಕೆಯಲ್ಲಿ ನಿವಿಷ್ಟ ತರಂಗವನ್ನು ಗುರ್ತಿಸಲು ಕೂಡ ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿರಬಹುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ವರ್ಧಿಸುವಾಗ 'ಗದ್ದಲ'ದ ಉತ್ಪನ್ನವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಪ್ಪಿಸುವುದಕ್ಕಾಗದಿರುವುದೇ ನಿರ್ವಾತ ನಳಿಕೆಗಳ ನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದ ವರ್ಧಕಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಅವಗುಣ.

ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಸತತವಾಗಿ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುತ್ತಿರುವ ಓಡಾಟಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿದರೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದೆಂದೂ, ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಮತ್ತಾವ ಬೇರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗದ ಉತ್ಪನ್ನಕ್ಕೆ ಅವಕಾಶವಿರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಕೊಲಂಬಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಿ. ಎಚ್. ಟೌನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸೋವಿಯಟ್ ರಷ್ಯಾದ ಎನ್. ಜಿ. ಬಾಸೌ ಮತ್ತು ಎ. ಎಂ. ಪ್ರಖೋರೌ ಇಂತಹವರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು. ಈ ತೆರನಾದ ಮೇಸರ್ ವರ್ಧಕಗಳನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ರಚಿಸಿದ್ದು ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳಿಂದ. ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳಿಂದ ಹೇಗೆ ಜರುಗಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಅರಿಯೋಣ.

ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುವು (ಚಿತ್ರ ೪ ಅಥವಾ ೫) ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನಿನ ಮೂರು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಲೂ ನೈಟ್ರೊಜನ್ನಿನ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದಲೂ ಆಗಿರು ತ್ತದೆ. ಮೂರು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದು ಸಮಬಾಹು ತ್ರಿಭುಜದ ಮೂರು ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿವೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಈ ಸಮತಲವನ್ನು ಪೀಠ ವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಒಂದು ಪಿರಮಿಡ್ ರಚಿಸಿದರೆ ಅದರ ಶೃಂಗದಲ್ಲಿ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುವಿರುತ್ತದೆ. ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುವು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವ ಪೀಠದಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿರಲು ಸಾಧ್ಯವೋ ಅಷ್ಟೇ ದೂರದಲ್ಲಿ ಪೀಠದ

ಕೆಳಗಡೆಯೂ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ (classical mechanics)ದ ರೀತ್ಯಾ ಮಾತನಾಡುವಾಗ ಈ ಪರಮಾಣುವು ಪೀಠದ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ, ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾ ಸೈಕಲ್[1] ಗಳಷ್ಟು ರಭಸದಲ್ಲಿ ಚಿಮ್ಮುತ್ತಿರುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಬೇಕು (ಚಿತ್ರ ೪). ಆದರೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ (Quantum mechanics)ದ ಪ್ರಕಾರ, ಅದು ಪೀಠದ ಎರಡು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿರಬಲ್ಲ ಸಂಭವವಿರುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ ೫). ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಅಣುವಿಗೆ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಎರಡು ಶಕ್ತಿ ಹಂತಗಳುಂಟೆಂದೂ, ಅವೆರಡರ ನಡುವೆ ಇರುವ ಶಕ್ತಿಯು ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಫೋಟಾನಿನ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮನಾದುದೆಂದೂ ಕ್ವಾಂಟಂ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಮೋನಿಯಾ ಅನಿಲದಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದ ಅಣುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ಅವು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುವ ಮುನ್ನ ಅಂತಹ ಸಮೂಹದ ಮೂಲಕ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಆ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆಂಬುದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಷಯಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಅಣುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಅವುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಪ್ರಚೋದಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಸರಿಯಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ರಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿಯೋಣ.

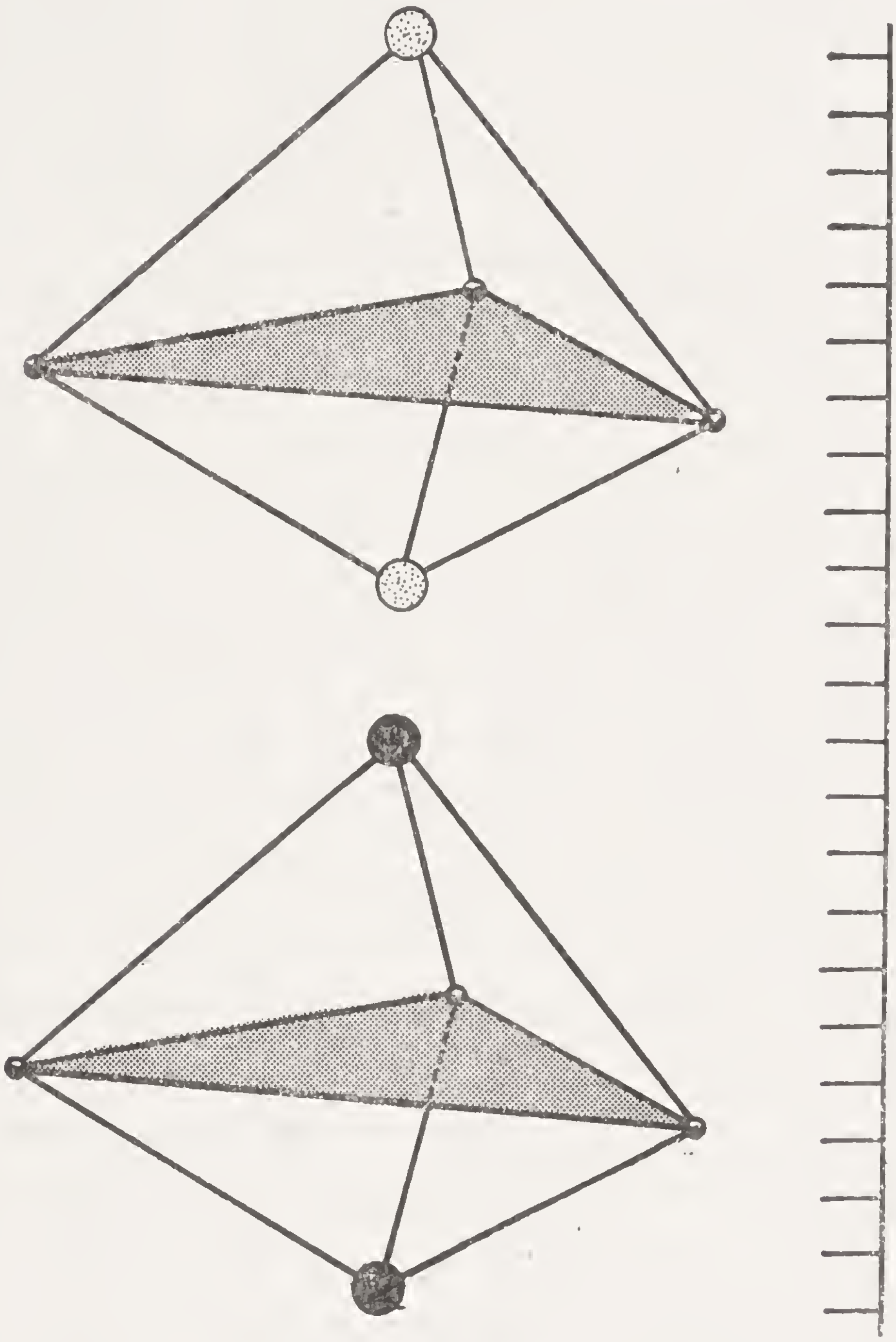


ಚಿತ್ರ ೪. ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣು. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಅಣುವಿನ ಏಕೈಕ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವು (ದೊಡ್ಡ ಬೊಟ್ಟು) ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ (ಚಿಕ್ಕ ಕಪ್ಪು ಬೊಟ್ಟುಗಳು) ಸಮತಲದ ಮೂಲಕ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಚಿಮ್ಮುತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಬಲವಾದ ಸ್ಥಾಯೀ ವಿದ್ಯುತ್‌ಕ್ಷೇತ್ರ (Electostatic Field) ದಲ್ಲಿ ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳನ್ನಿರಿಸಿದಾಗ ಆ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವ ಕಡೆಗೂ, ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವುವು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಕಡೆಗೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಇದರ ಆಧಾರದ

[1] ೧೦ ಲಕ್ಷ ಆವರ್ತಗಳನ್ನು ಒಂದು ಮೆಗಾ ಸೈಕಲ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಮೇಲೆ ಅಣುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ವಿಭಾಜಕ (separator) ವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವಾದ ಸಲಾಕಿ (charged rod) ಗಳನ್ನು ಸಿಲಿಂಡರಾಕಾರದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಅದರುದ್ದಕ್ಕೂ ಇರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಸಲಾಕಿಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ ೫. ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣು. ಕ್ವಾಂಟಂ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯ ಪ್ರಕಾರ ನೈಟ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುವು (ದೊಡ್ಡ ಬೊಟ್ಟು) ಹೈಡ್ರೋಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ (ಚಿಕ್ಕ ಬೊಟ್ಟುಗಳು) ಸಮತಲದ ಎರಡು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿರಬಲ್ಲ ಸಂಭವವುಂಟು. ಆದರೆ ಅಣುವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಹಂತ (ಮೇಲಿನದು) ದಲ್ಲಾಗಲೀ ಕಡಮೆಯ ಶಕ್ತಿಹಂತ (ಕೆಳಗಿನದು) ದಲ್ಲಾಗಲೀ ಇರಬಹುದು.

ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷದುದ್ದಕ್ಕೂ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಈ ಆವರಣಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ

ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷದ ಕಡೆಗೂ, ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಸಲಾಕಿಗಳ ಕಡೆಗೂ ಧಾವಿಸುವುದರಿಂದ ಅಣುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಸಲಾಕಿಗಳ ಕಡೆಗೆ ಓಡಿಬಂದ ಅಣುಗಳು ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಚದುರಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಪಾತ್ರೆಯ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖದಿಂದ ಬರುವ ಅಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಮೇಲಿನ ಹಂತದವುಗಳೇ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಅಣುಗಳನ್ನು ಅನುನಾದಕುಹರ (Resonant Cavity) ದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿ ಅದರ ಮೂಲಕ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗದ ಸಂಕೇತ (Signal) ವೊಂದನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

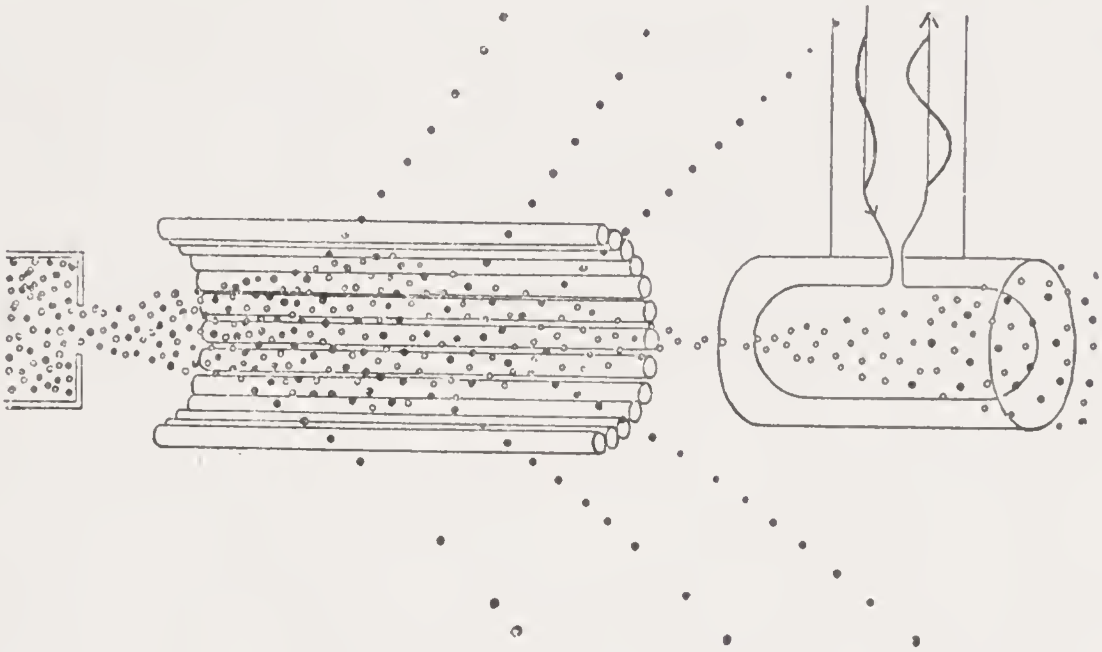
ಅನುನಾದಕುಹರವೆಂಬುದು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಬಲ್ಲ ಒಳಮೈ ಇರುವಂತಹ ಲೋಹದ ಒಂದು ಪಾತ್ರೆ. ಇದರೊಳಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದ ಫೋಟಾನ್ ಪಾತ್ರೆಯಿಂದೀಚೆ ಬರುವ ಮುನ್ನ ಅನೇಕ ಸಲ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಕುಹರದಲ್ಲಿರುವ ಮೇಲಿನ ಹಂತದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅಣುವನ್ನು ಅದು ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವ ಸಂಭವವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ರೀತಿಯ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲೇ ಪುನಃ ಸಿಕ್ಕಿಬೀಳುವುದರಿಂದ ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳನ್ನು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅದೂ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಮುಂದುವರಿದು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಅವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಧುಮುಕಿ ಬರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚೆಯೇ ಧುಮುಕಿಸುವುದರಿಂದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಒಂದು ಪ್ರಪಾತವೇ (cascade) ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ತರಂಗದವರ್ಧನವಾಗುವಾಗ ಜರುಗುವ ಕಾರ್ಯ.

ಅನುನಾದಕುಹರದೊಳಗೆ ಸುಮ್ಮನೆ ಅಣುಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿದರೇನೇ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವು ಜನಿಸುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಕುಹರದೊಳಗೆ ಇರುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅಣುವು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತೊಂದರ ಜನನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿ, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನಿನ ಪ್ರಪಾತಕ್ಕೆ ಎಡೆಕೊಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ನಿವಿಷ್ಟತರಂಗದ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದೇನೇ ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವೊಂದು ಹೊರಹೊಮ್ಮಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅನುನಾದಕುಹರವು ಆವರ್ತಜನಕದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ ೬) ಒತ್ತಡವು ಅಲ್ಪವಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಒಂದು ಧಾರಾನಾಳಿಯ ಮೂಲಕ ಅಮೋನಿಯಾ ಅನಿಲವು ಶೂನ್ಯಾವರಣಕ್ಕೆ ನುಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ವಿಭಾಜಕವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಅನುನಾದ

ಕುಹರವನ್ನೂ ಇರಿಸಿರುವುದರಿಂದ ವಿಭಾಜಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಬಂದ ಅಣುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವುವು ಮಾತ್ರ ಅನುನಾದಕುಹರದೊಳಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈಗ ಕುಹರಕ್ಕೆ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೬ ಅನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಮುಂದಟ್ಟುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಅಮೋನಿಯಾ ಮೇಸರಿನಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವು ಸರ್ವ ವಿಧದಲ್ಲೂ ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾದದ್ದು. ಅದರ ವಿಸರಣವು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾದ ಶುದ್ಧತೆಯುಳ್ಳದ್ದು ; ಅಂದರೆ ಗಣಿತೀಯವಾಗಿ ನಿರ್ದುಷ್ಟವಾಗಿರುವ ಸೈನ್ ತರಂಗ



ಚಿತ್ರ ೬. ಅಮೋನಿಯಾ ಮೇಸರಿನ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗಗಳು. ಸಿಲಿಂಡರೊಳಗಿರಿಸಿದ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವಾದ ಸಲಾಕಿಗಳ ಮೂಲಕ ಅಮೋನಿಯಾ ಅಣುಗಳು ಹಾಯುತ್ತವೆ. ಕೆಳಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು (ಕಪ್ಪು ಚುಕ್ಕಿಗಳು) ಸಲಾಕಿಗಳ ಕಡೆಗೂ, ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು (ಬಿಳಿಯ ಚುಕ್ಕಿಗಳು) ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷದ ಕಡೆಗೂ ಚದುರುತ್ತವೆ. ಮೇಲಿನ ಹಂತದ ಈ ಅಣುಗಳು ಅನಂತರ ಅನುನಾದ ಕುಹರ (ಬಲಗಡೆಯದು) ವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತವೆ.

(sine wave) ದೊಡನೆ ಮೇಸರಿಂದ ಬಂದ ತರಂಗವನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದಾಗ ಅದರ ದೋಷವು ೧೦೦೦೦ ಕೋಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಕೂಡ ಮೀರಿರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ವಿಸರಣದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಸ್ಥಿರತೆಯುಳ್ಳದ್ದೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣ್ವಕ ಗಡಿಯಾರ (Atomic clock) ಗಳನ್ನು ಮೇಸರ್ ವಿಸರಣದಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಬಹುದು. ಅಂತಹವುಗಳಿಗೆ ೩೦೦ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ೧ ಸೆಕೆಂಡು ಕೂಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬರಸದಿರುವ ದೃಢವಾದ ಸ್ಥಿರತೆಯು ಈ ಮೇಸರ್ಗಳಿಗೆ ಇವೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ

ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಅತಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗದ ಅರ್ಧವೈಶಾಲ್ಯವು[2] (half-width) ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದಲೂ, ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ೨೪೦೦೦ ಮೆಗಾ ಸೈಕಲ್‌ನಿಂದ ಕೇವಲ ೩೦೦೦-೫೦೦೦ ಸೈಕಲ್‌ಗಳಷ್ಟು ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೂ ಅಮೋನಿಯಾ ಮೇಸರಿನಿಂದ ವರ್ಧನವು ಉಂಟಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಇದು ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಬಳಸಬಲ್ಲ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಸಾಧನವೇನಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ವರ್ಧಕಗಳಿಗಿಂತ ಮೇಸರ್ ವರ್ಧಕಗಳ ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನು ಅಮೋನಿಯಾ ಮೇಸರೇ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದು.

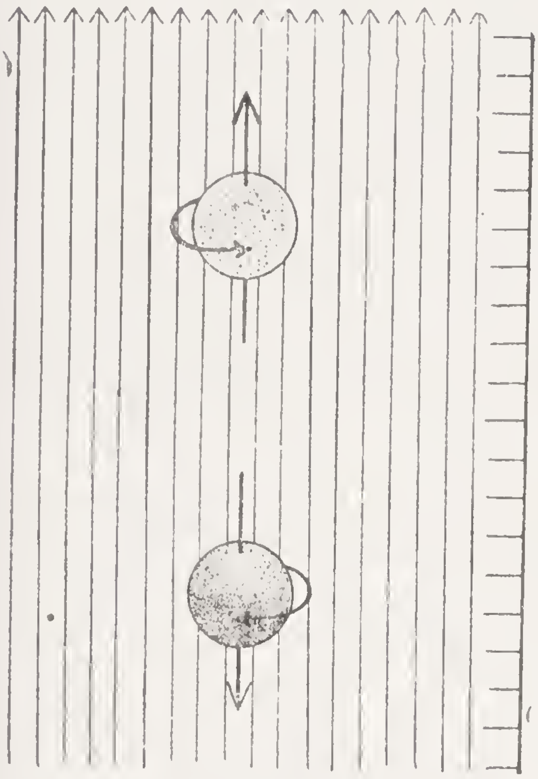
ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ರಚಿಸಿದ ಮೇಸರ್‌ಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗುಣಗಳುಂಟು. ಅವುಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳಿಗೆ ಅರ್ಧವೈಶಾಲ್ಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಹಾಗೆಯೇ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ವಸ್ತುವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಆದರ್ಶಗಳನ್ನು ನೇಮಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಘನ ಪದಾರ್ಥದ ಮೇಸರ್‌ಗಳು ಅಷ್ಟಾಗಿ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಗಳಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಸೂಕ್ತವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ವರ್ಧನಕ್ಕೆ ಅವನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು.

ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲೂ ಮೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪರಮಾಣುಗಳು ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ ನೆರವೇರುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಜಕಣದ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಮೇಲೆ ಬುಗುರಿಯಂತೆ ಕೂಡ ತಿರುಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವಾದುದರಿಂದ ಅದರ ಈ ಭ್ರಮಣವು ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಾಂತತ್ವವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನೂ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಾಂತವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದರ ಕಾಂತತ್ವವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ತೊಡೆದುಹಾಕುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎದರು ಬದುರಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೂ ಈ ರೀತಿ ಪರಸ್ಪರ ಜೋತೆಗೂಡಿಕೊಂಡರೆ ಅಂತಹ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೆ ನಿವ್ವಳ ಕಾಂತತ್ವವೇನೂ

---

[2] ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವರ್ಣರೇಖೆಗೂ ಒಂದೊಂದು ಅರ್ಧವೈಶಾಲ್ಯವುಂಟು. ವರ್ಣರೇಖೆಯು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯದೆಂದು ಹೇಳಿದರೂ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹರವು ಅದಕ್ಕೆ ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಅದರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಆಚೆ ಈಚೆ ಹರವಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ವರ್ಣರೇಖೆಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಅಧಿಕತಮವಾಗಿರುವ ಸ್ಥಾನದಿಂದ ಅದರ ಅರ್ಧದಷ್ಟಾಗುವಲ್ಲಿಗೆ ಇರುವ ಅಂತರದ ಎರಡರಷ್ಟನ್ನು ವರ್ಣರೇಖೆಯ ಅರ್ಧವೈಶಾಲ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂತಹವನ್ನು ಅಕಾಂತವಸ್ತುಗಳು (nonmagnetic substances) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಈ ಜೊತೆಗೂಡುವಿಕೆಯು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನೆರವೇರದೆ ಅದಕ್ಕೆ ಕಾಂತತ್ವವೊಂದು ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ಯಾರಾಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ವಸ್ತು (paramagnetic substance) ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರಿಸಿ ದಾಗ, ಅದರ ನೇರದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷಗಳಿರುವಂತೆ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೂ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕ್ಷೇತ್ರದ ನೇರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿಯೂ ಜೋಡಿಸಿ ಕೊಂಡು ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವವಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವೇ ಪರಮಾಣುವಿಗೆ ಇಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಎರಡು ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಡೆಯ ಬಲ್ಲ ಈ ರೀತಿಯ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೭ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈಗ ಈ ಎರಡು ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಧುಮುಕುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ—ಅಂದರೆ ಒಂದು ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಜೋಡಣೆಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ತಿರುಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ—ಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಹೊರ ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳಿಗೆ ಈ ಮೇಸರಿನಿಂದ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿತರಣೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೆಳಹಂತದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಮುನ್ನ, ಎಂದಿನಂತೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು ಆವಶ್ಯಕ.



ಚಿತ್ರ ೭. ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತನ್ನ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿಕೊಂಡು ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಕ್ವಾಂಟಂ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತನ್ನ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷವನ್ನು ಕ್ಷೇತ್ರದ ನೇರದಲ್ಲಿ (ಮೇಲಿನದು) ತಿರುಗಿಸಿಕೊಂಡು ನಿಂತಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ (ಕೆಳಗಿನದು) ತಿರುಗಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಇರುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಎರಡು ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಸಿಲಿಕಾನ್ ಹರಳಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಫಾಸ್ಫರಸ್ ಬೆರಸುವುದರಿಂದಲಾಗಲೀ ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್

ಹರಳನ್ನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ತಾಡನೆಗಳಿಗೊಳಪಡಿಸುವುದರಿಂದಲಾಗಲೀ ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಕಾಂತತ್ವಗಳು ಜೊತೆಗೂಡದಂತಹ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಪ್ರಬಲವಾದ ಕಾಂತವೊಂದರ ಧ್ರುವಗಳ ನಡುವೆ ಹೀಲಿಯಂ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿ ಅತಿ ಕಡಮೆಯಾದ ತಾಪಗಳಿಗೆ ಅವನ್ನು ಒಯ್ಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕೆಳಗಿನ ಶಕ್ತಿಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ತಮ್ಮ ಭ್ರಮಣಾಕ್ಷಗಳನ್ನು ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿಕೊಂಡು ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಸೂಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಈಗ ಕಳುಹಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೀರಲ್ಪಟ್ಟು ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಅವು ಪುನಃ ಕೆಳಗಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಸಹಜವಾಗಿ ಬೀಳುವ ಮುನ್ನ ಅದೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ಆ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುವುದು ಕಂಡಂತೆಯೇ ಇದೆ. ಆದರೆ ಈಗ ಹರಳಿನಿಂದ ಬರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವು ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವೂ ಮತ್ತು ಅದರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚು ನಿಖರತೆಯುಳ್ಳದ್ದೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ಹೊರಗಡೆಯಿಂದ ಆರೋಪಿಸಿರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ಅಧೀನದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ತನ್ನ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದುಂಟಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೂ ಸಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳು ಆರೋಪಿತ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಉತ್ಪನ್ನಮಾಡುವುದರ ಸುತ್ತಮುತ್ತ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹತ್ತಿಹತ್ತಿರದ ಈ ಹಲವಾರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಗಳುಳ್ಳ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಅವು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಮೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಬರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳಿಗೆ ಆರ್ಥವೈಶಾಲ್ಯವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ವರ್ಧನ ಪಡೆಯಲು ಈ ಮೇಸರ್ ಮೂಲಕ ನಾವು ಕಳಹುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವು ಅಮೋನಿಯಾ ಮೇಸರ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಳಸುವಹಾಗೆ ಚಾಚೂ ತಪ್ಪದೆ ಒಂದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರಬೇಕೆಂದೇನೂ ಇಲ್ಲ. ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದೊಡಗೂಡಿದ್ದರೂ ಅಂತಹವಕ್ಕೂ ಈ ಮೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ವರ್ಧನವು ಲಭಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹೋಗುವ ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳು ಕೆಳಗಿನದರಿಂದ ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರದಲ್ಲಿವೆ ಎನ್ನುವುದು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನುತ್ಪತ್ತಿಸಿ ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಿಲಿಮೀಟರ್

ಅಂಶದಷ್ಟು ತರಂಗಾಂತರವುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇಷ್ಟು ತರಂಗಾಂತರದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತಾವ ರೀತಿಯಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆನ್ನುವುದು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ವಿಷಯ.

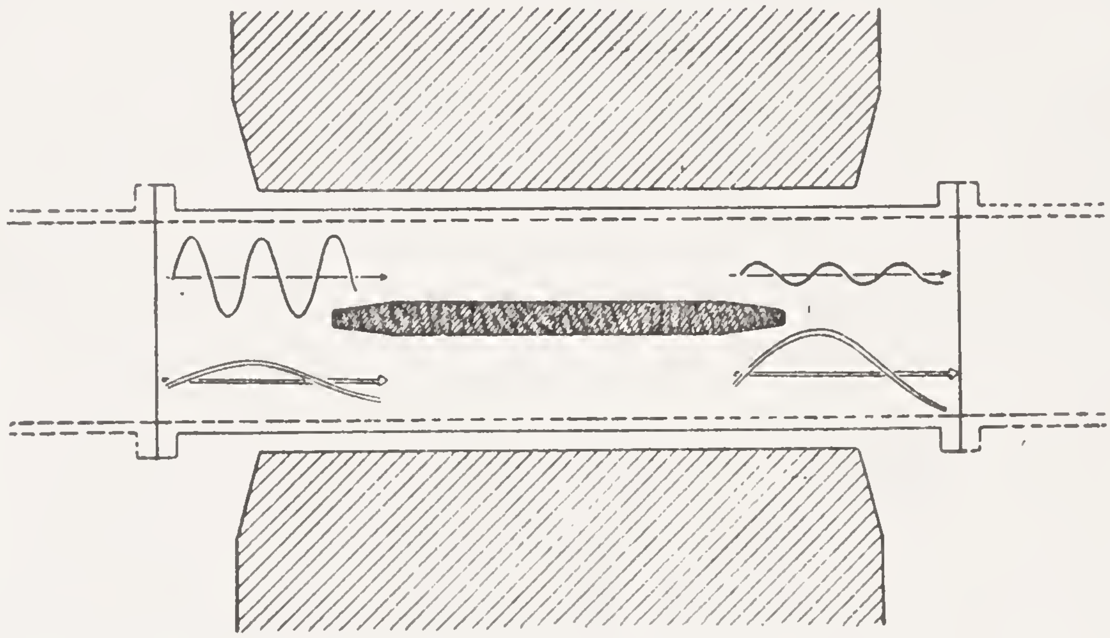
ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ಈ ಮೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಎರಡು ಹಂತದ ಮೇಸರ್‌ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳು ಕೇವಲ ಬಿಟ್ಟು ಬಿಟ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ; ಅಂದರೆ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿದ್ದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತೊಂದು ಸಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಪುನಃ ಅವನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯಬೇಕು. ಆದರೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ಈ ರೀತಿಯ ಮೂರು ಹಂತಗಳನ್ನು ನೀಡುವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಈ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಹುದು. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಜೊತೆಗೂಡದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಲಭಿಸುವ ಶಕ್ತಿಹಂತ[3]ಗಳು ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಒಂದರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಕ್ವಾಂಟಂ ಯಾಂತ್ರಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ತಿಳಿಯಬರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೂಬಿ[4] ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಜೊತೆಗೊಡದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಮೂರಿರುವುದರಿಂದ ಅಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ನಾಲ್ಕು ಹಂತಗಳು ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಇಂತಹವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರನ್ನಾರಿಸಿಕೊಂಡು ಮೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಅವಿರತವಾಗಿ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು.

ರೂಬಿ ಹರಳನ್ನು ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತಣ್ಣಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕೆಳಗಿನ ಹಂತಕ್ಕೂ ಅತ್ಯಂತ ಮೇಲಿನದಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಈಗ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತವೆ. ಮಧ್ಯದ ಹಂತವು ಬರಿದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅದರ ಮತ್ತು ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವು ತಾನಾಗಿ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಹಂತಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಈಗ ಕಳುಹಿದರೆ ಆ ತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗಿ (ಚಿತ್ರ ಲ) ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಧ್ಯದ ಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಬಿದ್ದ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ಬೇಗ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ ಮಧ್ಯದ ಹಂತವು ಪುನಃ ಬರಿದಾಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತಿದರೂ ಸಾಕು. ಅದರ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯದ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿವಿಪರ್ಯಯವು

[3] ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಿರುವ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಭ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವೆಂದು ಅಂದರೆ ಭ್ರಮಣ ಹಂತಗಳು (spin levels) ಎಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು.

[4] ರೂಬಿ ಎಂಬುದು ಕೆಂಪು, ಪದ್ಮರಾಗ ಎಂದು ಕರೆಯುವ ನವರತ್ನಗಳಲ್ಲೊಂದು.

ಪುನಃ ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಕ್ಕೆ ವರ್ಧನವು ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನೂ, ತರಂಗ ವರ್ಧನವನ್ನೂ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ಎಡಬಿಡದೆ ಈ ಮೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ನೆರವೇರಿಸಬಹುದು. ಘನಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಮೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೮ರ ಮೂಲಕ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮೂರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಈ ರೀತಿಯ ಮೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಿಸಲಾಯಿತು. ಈಚೆಗಂತೂ ಅನೇಕ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಲಭಿಸುವ ಕಾಂತತ್ವಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ರಚಿಸಿರುವ ಈ ಮೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ಯಾರಾಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ಮೇಸರ್‌ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.



ಚಿತ್ರ ೮. ಘನಪದಾರ್ಥದಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಮೂರು ಹಂತದ ಮೇಸರ್ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ರೀತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹರಳನ್ನು (ಮಧ್ಯದ್ದು) ಕಾಂತದ ಧ್ರುವಗಳ (ಮೇಲಿನದು ಮತ್ತು ಕೆಳಗಡೆಯದು) ನಡುವೆ ಇರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಸೂಕ್ತ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗ (ಎಡಗಡೆ ಕಪ್ಪು ಅಲೆಯಾಕಾರದ ರೇಖೆ) ವನ್ನು ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಅದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆ. ಈಗ ಕಡಮೆ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ನಿವಿಷ್ಟತರಂಗ (ಎಡಗಡೆಯ ದ್ವಿರೇಖೆ)ವನ್ನು ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ವರ್ಧನ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ (ಬಲಗಡೆಯ ದ್ವಿರೇಖೆ).

ಮೇಸರ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಯಥಾರ್ಥವಾಗಿ ವರ್ಧಿಸುವ ಸಾಧನವಾದುದರಿಂದ ಅತಿ ದುರ್ಬಲವಾದಂತಹ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಅವನ್ನು ಪುಷ್ಟಿಗೊಳಿಸಲು, ವಿಶ್ವದ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ (surveying)ಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ರೇಡಿಯೋ ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪುಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ಮೇಸರನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಗುರುತ್ವಕ್ಷೇತ್ರ (gravitational field)ದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಗಡಿಯಾರಗಳು, ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುವ ಜಾಗ

ಗಳಲ್ಲಿರಿಸಿದವಕ್ಕಿಂತ ಹಿಂದೆ ಬೀಳುತ್ತವೆಂಬುದು ಬಹುವ್ಯಾಪಕ ಸಾಪೇಕ್ಷತಾ ಸಿದ್ಧಾಂತ (General theory of relativity) ದಿಂದ ಬರುವ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಫಲಿತಾಂಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯಿಂದ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ಗಳನ್ನು ಹಾರಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿಸುವಂತಹ ಪರಮಾಣ್ವಕ ಗಡಿಯಾರ (Atomic clock) ಗಳನ್ನಿರಿಸಿದರೆ, ಮೇಲಿನ ಈ ತೀರ್ಮಾನ ವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಲ್ಲದೆ ಭೂಮಿಯಷ್ಟೇ ವೇಗದಿಂದ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಉಪಗ್ರಹಗಳು ನಿಂತಲ್ಲೇ ನಿಂತಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಸರ್‌ಗಳನ್ನಿರಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಸ್ಥಳವು ಕಳಹುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಅವನ್ನು ಮತ್ತೆ ವಿಸರ್ಜಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಏರ್ಪಾಡಿನಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರಸಾರ, ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಮೇಸರ್‌ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರ್ವಹಿಸ ಬೇಕೆಂಬುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧಕರು ಮೇಸರಿನ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸುತ್ತಿರುವ ಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲೊಂದು.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಮೇಸರ್ ತತ್ವವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾತೀತ ಕಾಂತ ಮಾಪಕ (super-sensitive magnetometer)ವೊಂದನ್ನು ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗಳು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳ ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾಗಿ ಅಳೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಮೇಸರ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ತರಂಗವರ್ಧನಕ್ಕೂ ಅದರ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸತಕ್ಕ ಸಾಧನವಾದರೆ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಅದರ ಪಡಿರೂಪ. ಮೇಸರ್ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಸಾಧನವಾದರೆ ಲೇಸರ್ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ದೃಷ್ಟಿ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದಂತೆ ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಯಾಗುವುದರಿಂದ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಮೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ತರಂಗವರ್ಧಕ (amplifier) ಗಳಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿಸುತ್ತಾರೆ. ತರಂಗ ಜನಕ ಅಥವಾ ಆವರ್ತಜನಕ (oscillator) ಗಳಂತೆ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸು ವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಹೊರಗಡೆಯಿಂದ ಕಳುಹಿಸಿದ ಸೂಕ್ತವಾದ ಒಂದು ತರಂಗಕ್ಕೆ ಅದು ವರ್ಧನವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆಯೇ ವಿನಹ ಆ ತರಂಗವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿಯೇ ಅದನ್ನು ಅಷ್ಟಾಗಿ ಬಳಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಲೇಸರ್ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅಧಿಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ತರಂಗಗಳ ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ

ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವಂತಹ ಒಂದು ಆವರ್ತಜನಕವೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಅದು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವಂತಹ ಒಂದು ಮಹತ್ಸಾಧನ; ಮತ್ತು ಇದು ಹೊರಸೂಸುವ ಬೆಳಕು ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳದ್ದೂ ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳುಳ್ಳದ್ದೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗದ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿ ಜಯಗಳಿಸಿದ್ದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲೂ ಅಂತಹದನ್ನು ರಚಿಸಬೇಕೆಂಬ ಹಂಬಲವು ಕೆಲವು ವರುಷಗಳಿಂದ ಮೂಡಿಬಂದಿತ್ತು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದ ಕೊಲಂಬಿಯಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಿ. ಹೆಚ್. ಟೌನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಎಲ್. ಷಾ ಲೌ ಎಂಬ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರಿಬ್ಬರು ಮೇಸರ್ ರೀತಿಯ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕನ್ವಯಿಸುವಂತೆ ರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ತತ್ವಶಃ ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇದಾದ ಒಂದೆರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲೇ—ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ೧೯೬೦ರ ಜುಲೈ ತಿಂಗಳ ವೇಳೆಗೆ—ಹ್ಯೂಗ್ಸ್ ಏರ್‌ಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಕಂಪೆನಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಟಿ. ಹೆಚ್. ಮೈಮಾನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ರೂಬಿ ಹರಳಿನಿಂದ ಇಂತಹ ಸಾಧನವೊಂದನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದೇನೆಂದು ಪ್ರಕಟಪಡಿಸಿದನು. ಇದಾದ ಕೆಲವು ತಿಂಗಳುಗಳಲ್ಲಿ ೧೯೬೦ರ ಅಂತ್ಯ ಭಾಗದೊಳಗೆ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧಕರು ಇನ್ನೂ ನಾಲ್ಕು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಲೇಸರನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಈಚೆಗಂತೂ ಲೇಸರಾಗಿ ಬಳಸಬಲ್ಲ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ವಾರಕ್ಕೊಂದರಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ವಿಧ ವಿಧವಾದ ಈ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಬಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ನಾನಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ತರಂಗಾಂತರಗಳು ೨೦೦೦ Å ಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು ೧೩೩ ಮೈಕ್ರಾನ್[5] ವರೆಗೆ ಇರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ.

ಲೇಸರ್‌ಗಳ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಈ ಅಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕು ಹೇಗೆ ಹುಟ್ಟುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ ಮತ್ತು ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳುಳ್ಳದ್ದೆಂದ ಮೇಲೆ ಆ ಗುಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ನಮಗೆ ಪರಿಚಯವಿರುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ನ್ಯೂನತೆಗಳಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ವಿಚಾರಿಸಿ ನೋಡುವುದು ಸೂಕ್ತವಾದದ್ದು.

ಬೆಳಕು ನಮಗೆ ವಿಧ ವಿಧವಾದ ಆಕರ (source) ಗಳಿಂದ ಬರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕಾಂತಿ ಕೊಡುವ ಆಕರಗಳೂ ಉಂಟು. ಅಲ್ಪ ಕಾಂತಿ ಕೊಡುವುವೂ ಉಂಟು ಸೂರ್ಯನು ಬಹು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಂತಿ ಕೊಡುವ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಆಕರ.

---

[5] ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ೧೦೦೦೦ದ ಒಂದು ಅಂಶಕ್ಕೆ ಮೈಕ್ರಾನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಹೀಗೆಯೇ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪ, ಚಾಪದೀಪ (arc lamp) ಮತ್ತು ಅನಿಲ-ವಿಸರ್ಜಕ ದೀಪ (gas discharge lamp) ಇವೆಲ್ಲಾ ಇನ್ನೂ ಹಲವಾರು ಆಕರಗಳು. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಆಕರದಿಂದಲೂ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಮುನ್ನ ಅಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಪ್ರಚೋದಿಸಬೇಕು. ಸೂರ್ಯನಲ್ಲಿರುವ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ನಿಯಾನ್ ದೀಪ, ಫ್ಲೂರೆಸೆಂಟ್ ದೀಪ ಈ ತೆರನಾದ ಅನಿಲ-ವಿಸರ್ಜಕ ದೀಪಗಳಲ್ಲಿ, ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಅನಿಲದ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ಅನಿಲವಿರುವ ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ರಭಸದಿಂದ ಓಡಾಡುತ್ತ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸಂಘಟ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಒಳಗಾದ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳಿಗೇರುತ್ತಲೂ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅಲ್ಲಿಂದ ಕೆಳಹಂತಗಳಿಗೆ ಧುಮುಕುತ್ತಲೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಪರಮಾಣುವು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಫೋಟಾನ್ ಒಂದನ್ನು ಅದು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ; ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ಫುರಣ (flash) ಅಥವಾ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆ (light pulse) ಯೊಂದು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳು ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸುತ್ತಾ ಬೆಳಕನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವಾದುದರಿಂದ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಓಡುವಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರ ಮತ್ತು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಅದು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಹೀಗೆ ಜನಿಸಿದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಗಳು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಆಕರವು ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದು ಯಾವಾಗ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ; ಅಲ್ಲದೆ ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳು ಹಲವಾರಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಪರಮಾಣುವು ಯಾವ ಹಂತದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಕೂಡ ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಈ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಂತಗಳಿಂದ ಧುಮುಕಿದಾಗ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಆಕರದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗದೂರಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ಹೀಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಆಕರವಾಗಿರುವುದೇನೋ ನಿಜ. ಆದರೆ ಒಂದೊಂದೂ ಒಂದೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಆಕರದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿದ್ದುಕೊಂಡು ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಯಾವ ರೀತಿಯಾದ ಸಂಬಂಧವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದೊಂದೂ ಒಂದು ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಆಕರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಬೆಳಕಿನ

ತೆನೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಬೆರೆತು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ತೆನೆಯಾಗುವ ಸಂಭವವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಹೀಗೆ ಜನಿಸಿದ ತೆನೆಗಳು ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಒಂದೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿರುವಷ್ಟು ತೆನೆಗಳು ಒಟ್ಟನಮೇಲೆ ಮತ್ತೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಹೋಗುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ದೀಪದ ಪ್ರಕಾಶವು ಎಲ್ಲಾದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳು ಯಾವ ಕ್ರಮವನ್ನೂ ಅನುಸರಿಸದೆ ಈ ರೀತಿ ವಿಸರ್ಜಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಬೆಳಕಿಗೆ ಯಾವ ವಿಶೇಷ ಗುಣವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ.

ಇಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿರುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮಂದಟ್ಟುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ತಕ್ಕ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಜ್ಞಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳೋಣ. ಒಂದು ಹಿಡಿ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲುಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಎರಚಿದಾಗ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಲ್ಲೂ ನೀರಿನ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ತಲಪಿ ಒಂದೊಂದು ತೆನೆಯನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ತೆನೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಮಾಧ್ಯಮದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಬೆರೆತಾಗ ಅಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ಕುಣಿತಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕ್ರಮವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಲೆಗಳು–ಅಂದರೆ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ಕ್ರಮಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಒಂದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ತೆನೆಗಳು–ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಾಗ ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವರಿತು ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುವುದು ನಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ.

ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಆಕರದ ಸುತ್ತ ವೃತ್ತಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡು ಅವು ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ನಾವು ಗಮನಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಮಳೆ ನೀರು ನಿಂತಿರುವ ಕುಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನಿಂದ ಒಂದು ಹನಿಯು ಬಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಮೇಲೆ ಒಂದು ವೃತ್ತವು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡು ಬಿದ್ದ ಜಾಗದಿಂದ ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ನಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಆಕರದಿಂದ ಗೊತ್ತಾದ ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಣವು ಅನುಭವಿಸುವಷ್ಟೇ ಸ್ಥಾನ ಪಲ್ಲಟವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವುದೂ ಅನುಭವಿಸುವುದರಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣುವ ವೃತ್ತವು ಇಂತಹ ಕಣಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸೇರಿಸಿ ಪಡೆದ ವೃತ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾದಂತೆ ಈ ವೃತ್ತಗಳೂ ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತಾ ಅಲೆಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಓಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ವೃತ್ತವನ್ನೂ ತರಂಗಮುಖ (wave front) ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ; ಅಂದರೆ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ತರಂಗಗಳು ಹೋಗುತ್ತಿರುವಾಗ, ಅವುಗಳ ತರಂಗಮುಖಗಳು ಆಕರವು ಕೇಂದ್ರವಾಗಿರುವಂತೆ ಎಳೆದ ವೃತ್ತಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ; ಹೀಗೆಯೇ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿರಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ಬಿಂದು ಆಕರ (point source)ದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರದೇಶದ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಸರಿಸುವುದರಿಂದ, ಅಂತಹ

ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ತರಂಗಮುಖವು ಒಂದು ಗೋಳದ ಮೇಲ್ಮೈಯಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು; ಮತ್ತು ಅಲೆಗಳು ದೂರ ಹೋದಂತೆ ಗೋಳವೂ ಉಬ್ಬುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿ ಚದರಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ನಲ್ಲಿಯೂ ದೊರೆಯುವ ಆಕರದ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಆಕರವು ಕೊಡುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಎದುರಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸಮತಲವನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಅದರಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಕಾಶವು ದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಕಡಮೆ ಯಾಗುತ್ತದೆಯೆಂಬ ನಮ್ಮ ಅನುಭವದಿಂದ ಮೇಲಿನ ಅಂಶವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳಬಹುದು; ಮತ್ತು ಆಕರದಿಂದ ತರಂಗಮುಖವು ಅನಂತ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಸಮತಲವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ತರಂಗಮುಖವನ್ನು ಸಮತಲ ತರಂಗಮುಖ (plane wave front) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಒಂದು ಆಕರದಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಲೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೊಂದು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳ ತರಂಗ ಮುಖವು ಆಗಲೂ ಒಂದು ಸಮತಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಅಲೆಗಳ ಓಟವು ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡ ಸಮತಲದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಥಾನಪಲ್ಲಟಗಳು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತ ವೆಂದೂ, ಕ್ಷಣದಿಂದ ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಒಂದು ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮತ್ತೊಂದೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆಂದು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೊಂದು ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಓಡುತ್ತಿರು ವಾಗ ಅವುಗಳ ತರಂಗಮುಖವೂ ಒಂದು ಸಮತಲವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಅಂತಹ ಸಮತಲದ ಮೇಲಿರುವ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಜನಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಗಳು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರು ತ್ತವೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಕಿರಣಾವಳಿಯು ಸಮಾನಾಂತರವಾದಾಗ ಅದರೆದುರಿಗೆ ಒಂದು ಸಮತಲವನ್ನು ಎಷ್ಟೇ ದೂರದಲ್ಲಿರಿಸಿದರೂ ಅದರ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ತರಂಗಮುಖವು ಸಮತಲವಾಗಿರುವಂತಹ ಬೆಳಕಿನ ದಂಡವನ್ನು–ಅಂದರೆ ಕಿರಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವ ದಂಡವನ್ನು–ನಾವು ಅನೇಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬರು ತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿಗೆದುರಾಗಿ ಪೀನಮಸೂರ (convex lens) ವನ್ನಿರಿಸಿ, ಅವೆರಡಕ್ಕಿರುವ ದೂರವು ಮಸೂರದ ಸಂಗಮದೂರ (focal length) ವಿರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ನಿರ್ಗಮಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಿರಣದಂಡವು ಸಮಾನಾಂತರ ದಂಡವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಮಸೂರದಿಂದೀಚೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ

ಮುಖವು ಸಮತಲ ತರಂಗಮುಖವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಚಾಪದೀಪವು ಒಂದು ತಗ್ಗುಗನ್ನಡಿ (concave mirror) ಯ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿದಾಗ, ಅದರಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಧಾವಿಸುತ್ತಾ ಒಂದು ಸಮಾನಾಂತರ ಕಿರಣಾವಳಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ದೀಪದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಸರಿಸುವುದರಿಂದ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿರುವಂತಹ ಕಿರಣಾವಳಿಯನ್ನು ಅದರಿಂದ ಪಡೆಯಲು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗಲೂ ಆಕರವು ಒಂದು ಬಿಂದುವಾಗಿರದೆ ವಿಸ್ತಾರ ಉಳ್ಳದ್ದಾದರೆ, ಕಿರಣಾವಳಿಯು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಅದನ್ನು ಪಡೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಬೆಳಕಿನ ಆಕರಗಳು ಅನಿಲ-ವಿಸರ್ಜಕ ದೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳಂತೆ ಯಾವ ಸಂಬಂಧವನ್ನೂ ಪರಸ್ಪರ ಹೊಂದಿರದಿದ್ದರೆ, ಅಂತಹ ಆಕರಗಳನ್ನು ಅಸಂಸಕ್ತ (noncoherent) ಆಕರಗಳೆಂದೂ, ಅವುಗಳು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಅಸಂಸಕ್ತ ಅಲೆಗಳೆಂದೂ (noncoherent waves) ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಅಸಂಸಕ್ತ ಅಲೆಗಳಿಂದುಂಟಾದ ತರಂಗಮುಖವು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಯಾವ ರೂಪವನ್ನೂ ತಾಳದೆ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಕ್ಷಣ ಕ್ಷಣಕ್ಕೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕಲ್ಲುಗಳು ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಅಲ್ಲಿನ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಯಾವ ರೀತಿಯಾದ ತರಂಗಮುಖವೂ ಇಲ್ಲದಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ. ಬೆಳಕು ತರಂಗ ಲಕ್ಷಣಗಳುಳ್ಳದ್ದೆಂಬುದನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರ (coherent source) ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ತಿಳಿದಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದ ಎರಡು ಆಕರಗಳನ್ನು ಸಂಸಕ್ತ ಆಕರಗಳಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸುವುದು, ಅಂದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಬಂದ ಅಲೆಗಳು ಸಂಸಕ್ತ ತರಂಗಗಳಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟವಾದ ಕೆಲಸ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರ್‌ನಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಇರುವುದು ಅದರ ವಿಶೇಷ ಗುಣ.

ಒಂದು ದೀಪದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಅನೇಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರಬಹುದೆಂದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಅಂತಹ ಬೆಳಕನ್ನು ವರ್ಣಪಟಲ ಮಾಪಕ (spectrometer) ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ನೋಡಿದಾಗ ವರ್ಣಪಟಲ (spectrum) ದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ ; ಅಂದರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅದು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಆಕರವು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು ಅನೇಕ ವರ್ಣಗಳಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಅನೇಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ವರ್ಣ

ಪಟಲಮಾಪಕದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲಿನ ಬಣ್ಣಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುವುದು ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಹಂಚಿಕೆಯು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರದೆ ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿಯೂ ದೊರೆಯುವ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಪ್ರತಿ ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಿಂದಲೂ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಯು ವರ್ಣಪಟಲದ ಪ್ರತಿ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ವೈಶಾಲ್ಯದಲ್ಲೂ ೦.೦೦೦೦೧ ವಾಟ್[6] ಅಷ್ಟುಕೂಡ ಇರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಒಂದೇ ಇರುವಂತಹ ಏಕವರ್ಣಕ (monochromatic) ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಜನಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಂತಹ ತರಂಗಗಳು ಅಧಿಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯದಾದರೆ ಇನ್ನೂ ಒಳ್ಳೆಯದು. ರೇಡಿಯೋ, ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಏಕವರ್ಣಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರೇಷಕಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರತಿ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್ ವೈಶಾಲ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ೧೦೦೦೦ ವಾಟ್‌ಗಳನ್ನೂ ಮೀರಿರುವಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ಏಕೈಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಇಂತಹ ಪ್ರೇಷಕಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಉಪಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಸುದ್ದಿ ಸಾಗಣೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತ ಮಾಡಲು ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಏಕೈಕ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದರೆ ಆ ಬೆಳಕಿಗಿರುವ ವಿಶೇಷ ಗುಣಗಳನ್ನು ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ.

ಒಂದು ದೀಪದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅನೇಕ ತರಂಗದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಕೊಂಡಿರುವುದು, ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವುದು, ಮತ್ತು ಅದರ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಸಕ್ತತೆಯನ್ನು ಹೊಂದದಿರುವುದು, ಇವೇ ನಮಗೆ ಪರಿಚಯವಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳು.

ಆಕರವು ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಅಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಅಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಬೆಳಕನ್ನು

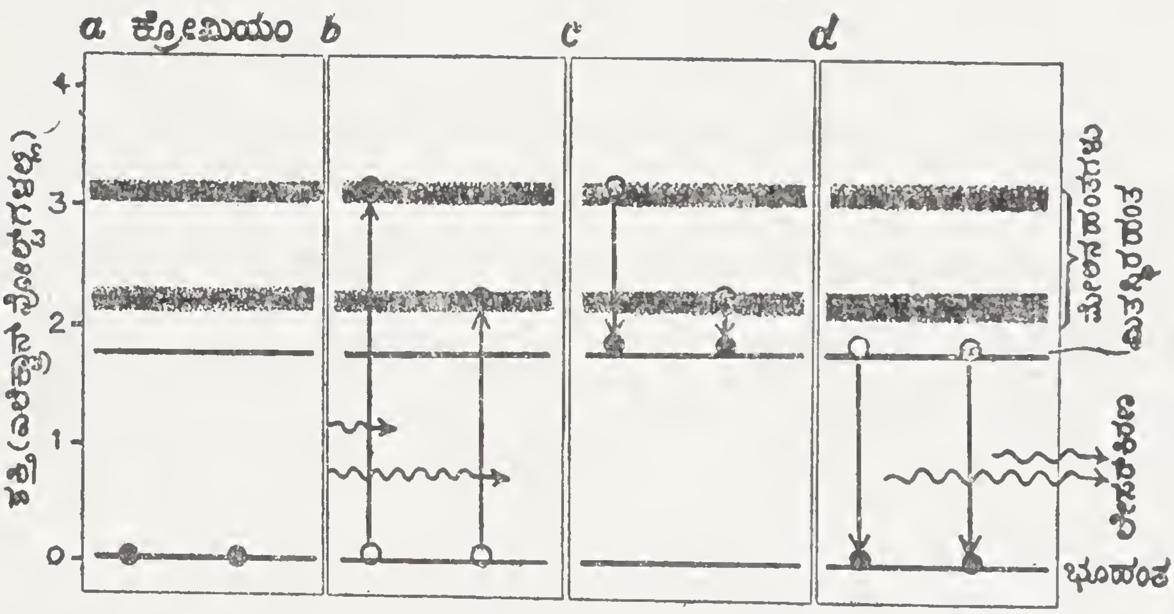
---

[6] ವಾಟ್ ಎಂಬುದು ಸಾಮರ್ಥ್ಯ(ಕೆಲಸ ಜರುಗುವ ದರ) ದ ಒಂದು ಮಾನ. ೧ ಗ್ರಾಂ ವಸ್ತುವಿನ ವೇಗವನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಬಲಕ್ಕೆ ೧ ಡೈನ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇಂತಹ ೧ ಡೈನ್ ಬಲವು ವಸ್ತುವನ್ನು ತನ್ನ ನೇರದಲ್ಲಿ ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಎಳೆದಾಗ ಆದ ಕೆಲಸವನ್ನು ೧ ಅರ್ಗ್ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ೧ ಕೋಟಿ ಅರ್ಗ್ ಕೆಲಸವು ೧ ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಕೆಲಸದ ಆ ದರಕ್ಕೆ ವಾಟ್ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಪಡೆಯುವುದು ಕಷ್ಟವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಮೇಸರಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಿರುವ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲೂ ಅನುಸರಿಸಿ ಅದ್ಭುತ ಗುಣಗಳುಳ್ಳಂತಹ ಇಂತಹ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಧವಿಧವಾದ ಲೇಸರುಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪದಾರ್ಥವು ಲೇಸರಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಅದು ಸೂಕ್ತವಾದ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವಂತಿರಬೇಕು; ಮತ್ತು ಆ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿರಬೇಕು. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿದ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಥೊಪಕ್ಕನೆ ಬೇಗ ಬೇಗ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನೆರವೇರಿಸಲು ಒಂದು ಪರಮಾಣುವು ಧುಮ್ಮುಕ್ಕಿದಾಗ ಉದ್ಭವಿಸಿದ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಯು ಅಥವಾ ಫೋಟಾನು ಲೇಸರಲ್ಲೇ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದು, ರಭಸದಿಂದ ಓಡಾಡುತ್ತ ಎದುರಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಉದರಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಆದಷ್ಟು ಬೇಗ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬಲಾತ್ಕಾರವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ಒಂದೊಂದು ಫೋಟಾನನ್ನು ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಒಂದು ಬೃಹತ್ತಂಡವೇ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವಾಗಿ ಬೀಳುವುದರೊಳಗೆ ಜರುಗುವಂತಾದರೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ಮಹತ್ತರವಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ಒಂದು ಬೃಹತ್ತೆನೆಯು ಲೇಸರಿನಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಬೆಳಕು ಕೇವಲ ಏಕವರ್ಣಕವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜರುಗಿಸಿ ಅನೇಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಹೇಗೆ ನೆರವೇರುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಯೋಣ.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಲೇಸರ್ ತಯಾರಿಸಿದ್ದು ರೂಬಿ ಹರಳಿನಿಂದ ಎಂದು ಮೇಲೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಲೇಸರ್ ರಚನೆಗೆ ರೂಬಿ ಹರಳು ಸರಿಯಾದುದೆಂದು ಮೈಮಾನ್ ಕಂಡುಕೊಂಡನು. ಹರಳು ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಆಕ್ಸೈಡೇ ಹೊರತು ಬೇರೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಆದರೆ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಬದಲು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ದೋಷ ಎನ್ನಬಹುದು. ಹರಳಿನ ಬಣ್ಣ ನಸುಗೆಂಪು. ಈ ಬಣ್ಣವು ಹರಳಿಗೆ ಬರುವುದಕ್ಕೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಕಾರಣ. ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕು ಹಾದಾಗ ಆ ಬೆಳಕಿನ ಹಳದಿ ಮತ್ತು ಹಸುರು ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಹಾದುಬಂದ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹಳದಿ ಮತ್ತು ಹಸುರು ಬಣ್ಣಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ.

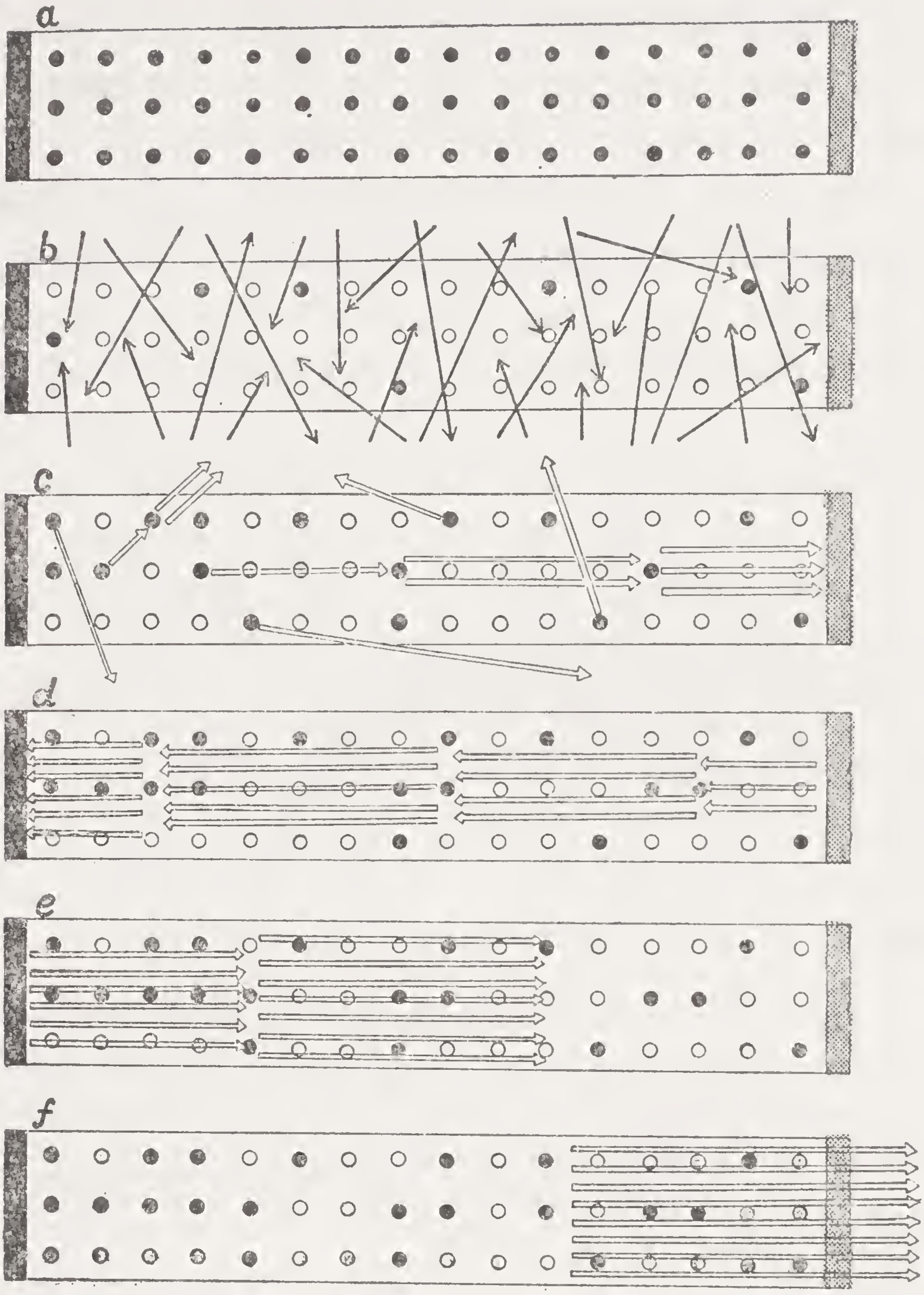
ಆದುದರಿಂದ ಹರಳು ನಸುಗೆಂಪಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಅಧಿಕವಾದಷ್ಟೂ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣವು ದಟ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಈ ಬೆಳಕುಗಳನ್ನು ಹೀರಿ ಮೇಲಿನ ಶಕ್ತಿಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವು ಅಲ್ಲಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಮೆಟ್ಟಲು ಮೆಟ್ಟಲಾಗಿ ಇಳಿಯುತ್ತವೆ. ಮೊದಲಿನ ಇಳಿವು ಅವು ಮೇಲಕ್ಕೇರಿದ ತಕ್ಷಣ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಇಳಿವಿನಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹರಳಿನ ಜಾಲಕ (lattice) ಕ್ಕೆ ಬಿಟ್ಟುಕೊಟ್ಟು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತ (metastable state) ವೆನಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು (ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಸಾವಿರದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗ) ಕಾಲ ತಂಗಿರುತ್ತವೆ. ಮೊದಲಿನ ಇಳಿವಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ವಿಸರಣವೂ ಹರಳಿನಿಂದೀಚೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತದಿಂದ ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿದಾಗ ದಟ್ಟ ಕೆಂಪಾದ ತರಂಗಾಂತರ ೬೯೪೩ Å ಇರುವ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕನ್ನು ಹರಳು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರ ೯ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದೆ. ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತದಿಂದ ಅವು ಸ್ವಲ್ಪ ತಡವಾಗಿ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದಲೇ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಈ ಹರಳಿನಿಂದ ಆಗಮಾಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ



ಚಿತ್ರ ೯. ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುವ ಓಡಾಟಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ. (a) ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು (ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಬಾಣಗಳು) ಹೀರಿ ಮೇಲಿನ ಎರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಶಕ್ತಿಬಂಧ (bಯಲ್ಲಿ) ಕ್ಕೆ ಏರುತ್ತವೆ. (c) ತಮ್ಮ ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹರಳಿನ ಜಾಲಕಕ್ಕೆ ಬಿಟ್ಟುಕೊಟ್ಟು ಅಲ್ಲಿಂದ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತಕ್ಕಿಳಿಯುತ್ತವೆ. (d) ಇತರ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಭೂಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದು ಅಷ್ಟೇ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ.

ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ತರಂಗಾಂತರ ೬೯೪೩ Å ಇರುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದ—ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವಾಗಿ ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದ—ತಾಡಿಸಿದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಥೊಪಕ್ಕನೆ ಬೇಗ ಬೇಗ ಧುಮ್ಮಿಕ್ಕಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಪ್ರಪಾತವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ೬೯೪೩ Å ತರಂಗಾಂತರವಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಯೊಂದು ಹರಳಿನಿಂದಾಚೆ ಸಿಡಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಹರಳಿನೊಳಗಿರುವ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪರಮಾಣುವು ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ ಕೂಡ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಆರಂಭವಾಗಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಜನಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸುತ್ತ ಮತ್ತಷ್ಟು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಅತಿ ಹ್ರಸ್ವಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾವೇ ತಾವಾಗಿ ಬೀಳುವ ಒಂದು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡಿನೊಳಗೆ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನ ಮಾಡುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಆಗ ಹರಳು ತರಂಗಾಂತರ ೬೯೪೩ Å ಇರುವ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಆವರ್ತ ಜನಕದಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ.

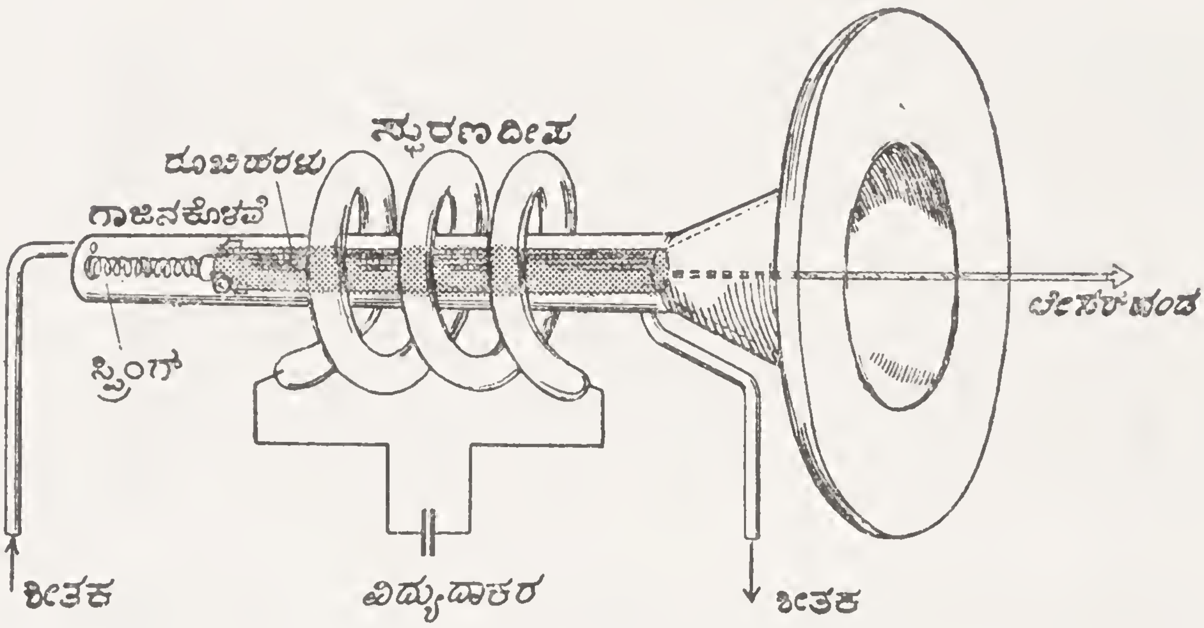
ರೂಬಿ ಹರಳನ್ನು ಲೇಸರ್ ಆಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಲು ಅದಕ್ಕೆ ಗೊತ್ತಾದ ರೂಪ ಕೊಡುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹರಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಮಾರು ೪ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಉದ್ದ, ೧/೨ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ದಪ್ಪವಿರುವ ಸಿಲಿಂಡರ್ ರೂಪಕ್ಕೆ ಅದನ್ನು ತರಬೇಕು. ಸಿಲಿಂಡರನ ತುದಿಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಉಜ್ಜಿ ಅದರ ಮುಖಗಳು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆಯೂ, ಅಲ್ಲದೆ ಮೆರಗುಕೊಟ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತೆಯೂ ಮಾಡಬೇಕು. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮುಖವು ಮಾತ್ರ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತಿರಬೇಕು. ಈ ರೀತಿಯ ರಚನೆಯಿಂದ ಸಿಲಿಂಡರೊಳಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದ ಫೋಟಾನ್ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಧಾವಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದು ಮುಖದಿಂದ ಮುಖಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಒಂದು ಮುಖವು ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರಿಂದ ಹೀಗೆ ಓಡಾಡುವಾಗ ಫೋಟಾನ್ ಒಂದೆರಡು ಸಲಕ್ಕೆ ಈಚೆಗೆ ಬರಬಹುದು; ಅಥವಾ ಅನೇಕ ಸಲ ಅಂದರೆ ಸಾವಿರಾರು ಸಲ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಿ ಬರಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬಂದ ಫೋಟಾನ್ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಓಡುತ್ತಿರುತ್ತದೆನ್ನುವುದು ಕೂಡ ಸಹಜವೇ. ಆದರೆ ಸಿಲಿಂಡರ್‌ನ ಪಾರ್ಶ್ವದ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಫೋಟಾನಿಗೆ, ಈ ರೀತಿ ಅನೇಕ ಸಲ ಪ್ರತಿಫಲನ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಸಿಲಿಂಡರಿಂದೀಚೆಗೆ ಯಾವುದೋ ನೇರದಲ್ಲಿ ಮುಂಚೆಯೇ ಬಂದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹರಳಿಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಸಿಲಿಂಡರ್ ರೂಪವು ಅದನ್ನು ಮೇಸರಿನ ಅನುನಾದಕುಹರದಂತೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಲು ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಲಾಳಿಯಂತೆ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಓಡಾಡಲು ಸಿಲಿಂಡರ್ ಬಹಳ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಈ ರೀತಿ ಹರಳಿನೊಳಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ



ಚಿತ್ರ ೧೦. ಘನ ಪದಾರ್ಥದ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ (ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ) ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಪ್ರಪಾತ ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. (a) ಲೇಸರ್ ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು (ಕಪ್ಪು ಚುಕ್ಕಿಗಳು) ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. (b) ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ದೀಪ (bಯಲ್ಲಿನ ಕಪ್ಪು ಬಾಣಗಳು) ಅನೇಕ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆ (ಖಾಲೀ ಚುಕ್ಕಿಗಳು). (c) ಉದ್ರಿಕ್ತವಾದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವು ಫೋಟಾನನ್ನು (ಎರಡು ಗೀಟಿನ ಬಾಣ) ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಕಳುಹಿದಾಗ ಪ್ರಪಾತವು ಆರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. (d ಮತ್ತು e) ಹೀಗೆ ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ವಿಸರ್ಜಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಲಾಳಿಯಂತೆ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಓಡಾಡಿದಾಗ ಪ್ರಪಾತವು ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತದೆ. (f) ಪ್ರಪಾತವು ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಲೇಸರ್ ದಂಡವು ಹರಳಿನ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ ಮುಖದ ಮೂಲಕ ಈಚೆಗೆ ಸಿಡಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ಬಿದ್ದಷ್ಟೂ ಅವು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸುವ ಸಂಭವವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನೆರವೇರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಜನಿಸುವುದನ್ನೂ ಅವಕ್ಕಾಗುವ ಓಡಾಟಗಳನ್ನೂ ಚಿತ್ರ ೧೦ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದೆ.

ರೂಬಿ ಹರಳನ್ನು ಲೇಸರಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಿದಾಗ ಮೈಮಾನ್ ಏರ್ಪಡಿಸಿಕೊಂಡ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೧೧ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ ಸಿಲಿಂಡರ್ ಸುತ್ತ ಸುರುಳಿಯಾಕಾರದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಸ್ಫುರಣ ದೀಪ (electronic flash lamp) ವೊಂದನ್ನು ಇರಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ದೀಪಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್

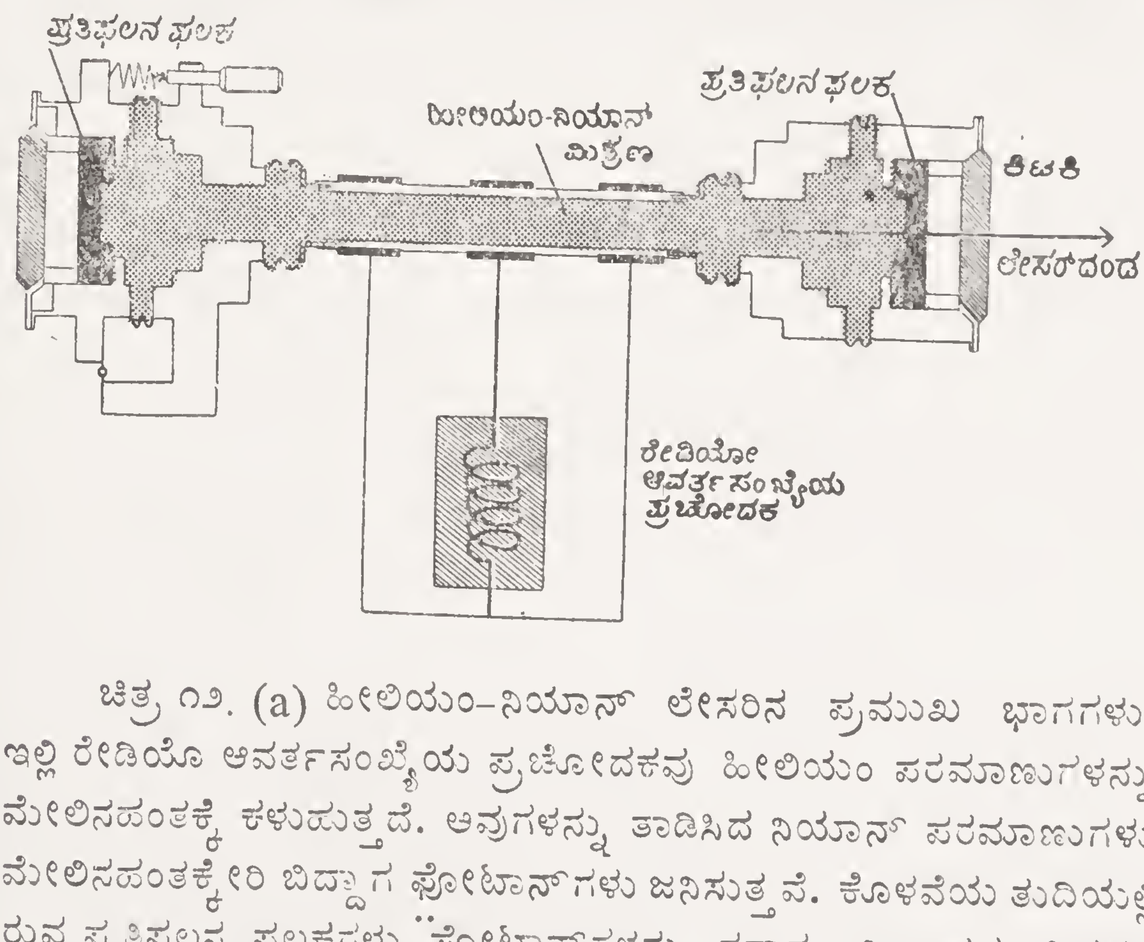


ಚಿತ್ರ ೧೧. ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗಗಳು. ಸ್ಫುರಣ ದೀಪವು ವಿದ್ಯುದಾಕರದಿಂದ ಉರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದರ ಶಕ್ತಿಯು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆ. ಹರಳಿನ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಫಲಿಸುವ ಮುಖದಿಂದ ಲೇಸರ್ ದಂಡವು ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ಪ್ರಚಂಡ ಮಿಡಿತಗಳಿಂದ ಹರಳಿನಲ್ಲಾಗುವ ತೀವ್ರ ಶಾಖವನ್ನು ದ್ರವ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಅಥವಾ ಮತ್ತಾವದಾದರೂ ಶೀತಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹೀರಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೊದಗಿಸಿ ಅದನ್ನು ಬೆಳಗಿಸಲಾಯಿತು. ದೀಪದಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕು ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ದೀಪವು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ 'ಪಂಪ್' ಮಾಡಿ ಕಳಹುವ ಸಾಧನ ಎನ್ನಬಹುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ರೀತಿಯ ಪಂಪ್ ಮಾಡುವ ಪ್ರಚೋದಕ (excitor) ವೊಂದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ದೀಪದ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿದ ಹರಳು ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ತನಗೆ ಸಹಜವಾದ ಕೆಂಪು ಸ್ಫುರಣ ವಿಸರಣ (red fluorescent radiation) ವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ದೀಪದ ಪ್ರಕಾಶವು ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚಿ ಒಂದು ಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿದಾಗ ಹರಳಿನ ಮುಖದಿಂದ ಕೇವಲ ೧/೨೦೦೦ ಸೆಕೆಂಡಷ್ಟು ಕಾಲ

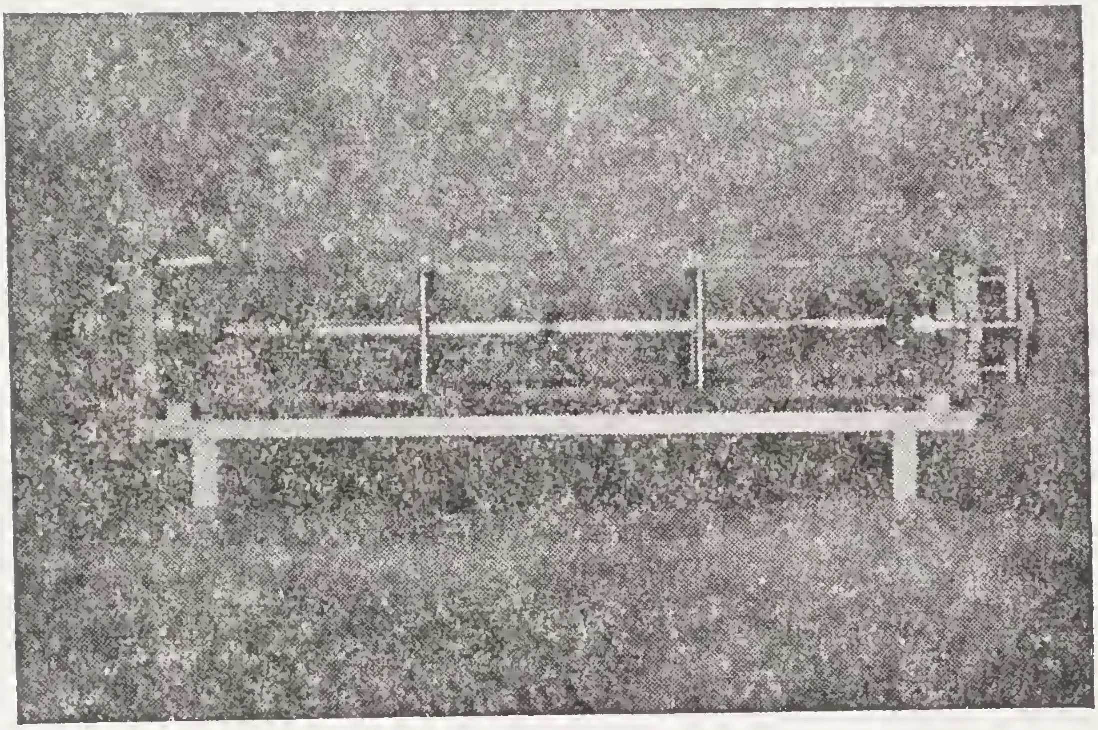
ಜೀವಂತವಾದ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿನ–ಅಂದರೆ ತರಂಗಾಂತರವು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ೬೯೪೩ Å ಇರುವ–ತೆನೆಯೊಂದು ಮಿಂಚಿನಂತೆ ಸಿಡಿದುಬರುತ್ತದೆಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದಿತು. ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಆಗುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ನಷ್ಟವನ್ನು ಮೀರುವಷ್ಟು ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಕೊಂಡಹೊರತು ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಭೂಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುವುದರಿಂದ ಹರಳನ್ನು ಲೇಸರಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಲು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಪಂಪ್ ಮಾಡಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ರವಾನಿಸಬೇಕು ; ಅಂದರೆ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟು ಆಗುವುದೇ ವಿನಹ ಎಡಬಿಡದೆ ಜರುಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಭೂಹಂತಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಹಂತಗಳು ದೊರಕುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಜರುಗಿಸಿ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಎಡಬಿಡದೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಹೀಲಿಯಂ ಮತ್ತು ನಿಯಾನ್ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡ ಇಂತಹ ಲೇಸರೊಂದನ್ನು ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಆಲಿ ಜವಾನ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿದರು. ನಿರಂತರವಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವಂತೆ ರಚಿಸಿದ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇದೇ ಮೊದಲನೆಯದು ಎನ್ನಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ ಹೀಲಿಯಂ ಮತ್ತು ನಿಯಾನ್ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ



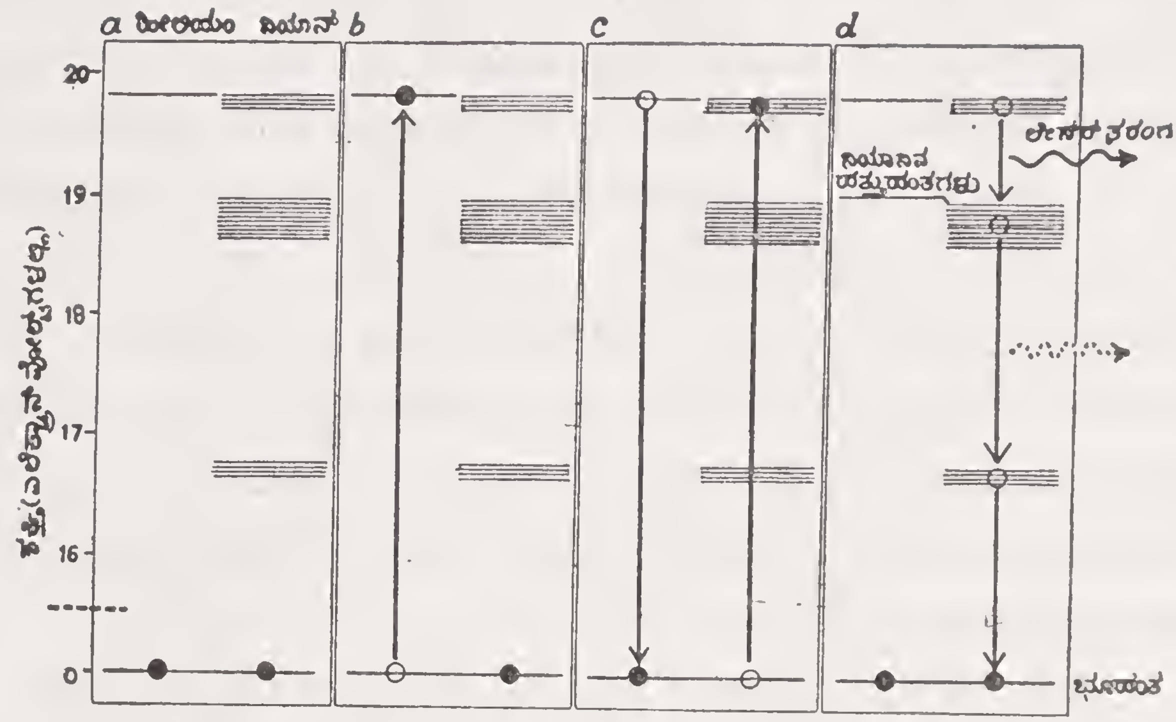
ಚಿತ್ರ ೧೨. (a) ಹೀಲಿಯಂ–ನಿಯಾನ್ ಲೇಸರಿನ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗಗಳು. ಇಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೊ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಚೋದಕವು ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನಹಂತಕ್ಕೆ ಕಳುಹುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸಿದ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನಹಂತಕ್ಕೇರಿ ಬಿದ್ದಾಗ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಜನಿಸುತ್ತವೆ. ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಫಲನ ಫಲಕಗಳು ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಸರಾಗವಾಗಿ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಓಡಾಡಿಸುವುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ದಂಡವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಇರಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ. ಎಂದಿನಂತೆ ಕೊಳವೆಯ (ಚಿತ್ರ ೧೨ (a) ಅಥವಾ (b)) ಮುಖಗಳು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೊಂದು ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೂ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತಿರುತ್ತವೆ. ಕೊಳವೆಯು ಕೇವಲ ಅನಿಲ–ವಿಸರ್ಜಕ ದೀಪದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಪ್ರಚೋದನೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಷ್ಟು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳಿಂದ



ಚಿತ್ರ ೧೨ (b). ಆಲಿ ಜವಾನ್ ಮತ್ತು ಆವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಹೀಲಿಯಂ–ನಿಯಾನ್ ಲೇಸರ್

ಉಂಟುಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಅವು ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ತಾಡಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ತಾಡನೆಗಳಿಂದ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಈಗ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ತಾಡಿಸಿದರೆ ಮೇಲಿರುವ ತಮ್ಮ ನಾಲ್ಕರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಹಂತಕ್ಕೆ (ಚಿತ್ರ ೧೩) ಅವು ಏರುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು ಹೀಗೆ ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಪಂಪ್‌ಮಾಡಿ ಏರಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕ್ರಿಯೆಯು ಈ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೂಲಕ ಜರುಗುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚೋದನೆಯು ಅನಿಲಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದುಂಟಾಗುತ್ತದೆ; ಘನಪದಾರ್ಥಗಳ ಲೇಸರಿನಂತೆ ಬೆಳಕಿನಿಂದಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿದ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ



ಚಿತ್ರ ೧೩. ಹೀಲಿಯಂ-ನಿಯಾನ್ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಾಗುವ ಓಡಾಟಗಳು.

(a) ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. (b) ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತಾಡಿಸಿದಾಗ ಅದು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ. (c) ಹೀಲಿಯಂನ ಈ ಪರಮಾಣುವು ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಸಂಘಟ್ಟಿಸಿದಾಗ ಅದು ತನ್ನ ಮೇಲಿನ ನಾಲ್ಕು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೇರುತ್ತದೆ. ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುವು ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿಯುತ್ತದೆ. (d) ಆಚೆಯಿಂದ ಬಂದ ಫೋಟಾನಿನಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುವು ತನ್ನ ನಡುಹಂತಗಳ ಹತ್ತರಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣವನ್ನುಕೊಡುತ್ತದೆ (d ಅಲ್ಲಿ ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಬಾಣ). ಅನಂತರ ಮೆಟ್ಟಲು ಮೆಟ್ಟಲಾಗಿ ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯ ಇಳಿವಿನಲ್ಲಿ ಬಂದ ಫೋಟಾನ್ (ಒಡೆದ ಅಲೆಯಾಕಾರದ ಬಾಣ) ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.

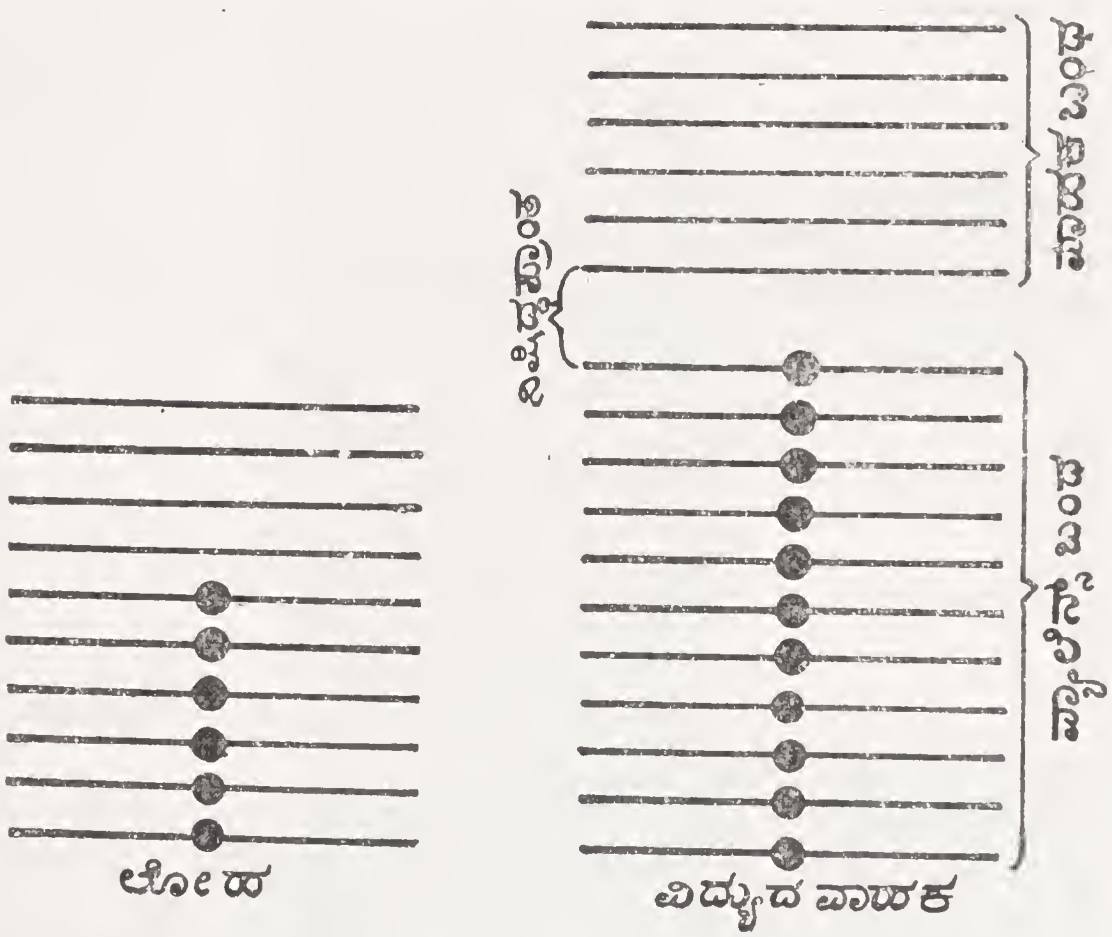
ಯಾದ ಹತ್ತು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ಈ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಆಗುತ್ತದೆ. ಕೊಳವೆಯ ಮುಖಗಳು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಸಮಾನಂತರವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರಿಂದಲೂ ಅದರ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಓಡಾಟವು ಸರಾಗವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ನಡುಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೆಟ್ಟಲು ಮೆಟ್ಟಲಾಗಿ ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿಯುತ್ತವೆ; ಈ ಇಳಿವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿಸರಣವು ಲೇಸರ್ ವಿಸರಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿ ಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ನಡುಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಆದಷ್ಟು ಬೇಗ ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿಸಲು ಕೊಳವೆಯ ದಪ್ಪವನ್ನು ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಮಿಲಿಮೀಟರುಗಳಷ್ಟು ಇಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ಕೊಳವೆಯ ಭಿತ್ತಿಗಳಿಗೂ

ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೂ ಆಗುವ ತಾಡನೆಗಳು ತ್ವರಿತಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಅವು ಬೇಗನೆ ಭೂಹಂತಕ್ಕಿಳಿಯುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ನಡುಹಂತವು ಬೇಗನೆ ಬರಿದಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದ ರಿಂದ ಈಗ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸ್ವಲ್ಪ ನಿಯಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪುನಃ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಹೋದರೆ ಮೇಲಿನ ಮತ್ತು ನಡುಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವು ಉಂಟಾಗಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಪುನಃ ಜರುಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಈ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಎಡಬಿಡದೆ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದು ಆಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಕೊಳವೆಯ ದಪ್ಪವನ್ನು ಕೇವಲ ೬ ಮಿಲಿಮೀಟರಿನಷ್ಟಿಷ್ಟು ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋ಼ನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಜೆ. ಡಿ. ರಿಗ್ಡೆನ್ ಮತ್ತು ಎ. ಡಿ. ವೈಟ್‌ರು ಕೆಲವು ಅನಿಲ ಗಳಿಂದ ತರಂಗಾಂತರ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ೬೩೨೮ Å ಇರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಲೇಸರನ್ನು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಕ್ತಿ ಹಂತ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳು ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಂಧ (band) ಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆಂದು (ಚಿತ್ರ ೧೪) ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದದಿಂದ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಕೆಳಗಿನ ಬಂಧವನ್ನು ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧ (valence band) ಎಂದೂ ಮೇಲಿನದನ್ನು ವಾಹಕ ಬಂಧ (conduction band) ಎಂದೂ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ನಿಷಿದ್ಧ ಪ್ರಾಂತ (forbidden zone) ಎಂದೂ ಕರೆಯು ತ್ತಾರೆ. ಲೋಹಗಳು ಒಳ್ಳೆಯ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ (conductor) ಗಳೆಂದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಒಂದು ಹರಳು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯದೆ ಬರಿದಾಗಿರ ಬೇಕು; ಅಥವಾ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಿಂದ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಾಹಕ ಬಂಧಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಂತಿರಬೇಕು. ಹೀಗಾದಾಗ ಮಾತ್ರ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ಹರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ವಿದ್ಯುದವಾಹಕ (insulator) ಗಳೆಂದೆನಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ರುವ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತುಂಬಿರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಆ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವೋ ಅಷ್ಟು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೧೪). ಆದುದರಿಂದ ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯಬೇಕಾದರೆ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಅಥವಾ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಖಾಲೀ ಜಾಗಗಳು ಇರಬೇಕೆಂದು ಅರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ.

ಅವಾಹಕಗಳ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಜಾಲಕದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣು ಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಇನ್ನೊಂದು ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಇರಿಸಿದಾಗ ಹರಳು ವಾಹಕ ವಸ್ತುವಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಅರ್ಧ ವಾಹಕ (semiconductor) ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ

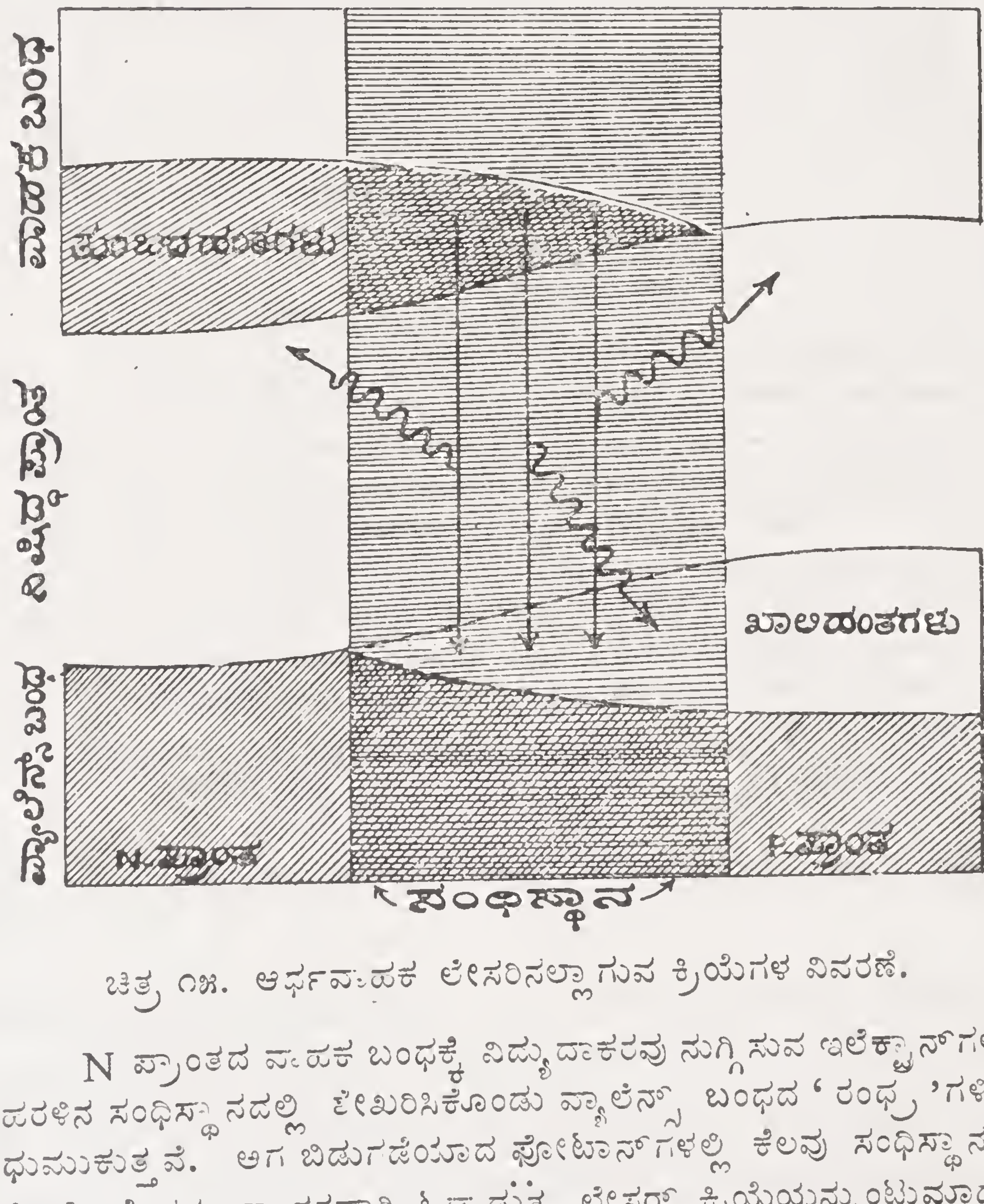
ಅದರ ಜಾಲಕದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಜೊಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಈ ಎರಡು ಧಾತುಗಳ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸಿಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಒದಗಿಸುವ ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೂ ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ಬಂಧನಕ್ಕೊಳಗಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮಾತ್ರ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಓಡಾಡಲು ಸಿದ್ಧವಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹರಳಿನ ತುದಿಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರೆ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಹರಿದು ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಾಹಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ಧಾತುವನ್ನು ತನ್ನಲ್ಲಿ ದೋಷವಾಗುಳ್ಳ ಹರಳುಗಳನ್ನು ದೋಷಯುಕ್ತ ಅರ್ಧವಾಹಕ (impurity semiconductor)



ಚಿತ್ರ ೧೪ ಲೋಹದ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುದವಾಹಕದ ಶಕ್ತಿಬಂಧಗಳು (Energy bands)

ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹವನ್ನು N-ರೀತಿಯ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಹರಳಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸಿಯು ಪೂರ್ಣಗೊಳ್ಳದಂತೆ ಮತ್ತೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಬಹುದು. ಸಿಲಿಕಾನ್ ಹರಳಿಗೆ ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಬದಲು ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ, ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸಿಯು ಆಗಲೂ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ

ಬೋರಾನ್ ಪರಮಾಣುವು ಕೊಡುವ ಮೂರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಸಾಲದೆ ಮತ್ತೊಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಅವು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದೊಂದು ಸಿಲಿಕಾನ್ ಪರಮಾಣುವಿನ ಹತ್ತಿರವೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಅಳವಡಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಖಾಲೀ ಜಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆಂದಂತಾಯಿತು. ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ಜಾಗವನ್ನೂ, 'ರಂಧ್ರ' (hole) ವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳಿಗೆ ಸಲ್ಲುವ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು ಹರಳಿನ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿಸಿದಾಗ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹರಿದು 'ರಂಧ್ರ'ಗಳನ್ನು ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ತುಂಬುತ್ತಾ ಬರುತ್ತವೆ; ಹಿಗಾಗುವಾಗ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳು ಎದುರು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಓಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆಂದು ಕೂಡ ಹೇಳಬಹುದು.



ಚಿತ್ರ ೧೫. ಅರ್ಧವಾಹಕ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ವಿವರಣೆ.

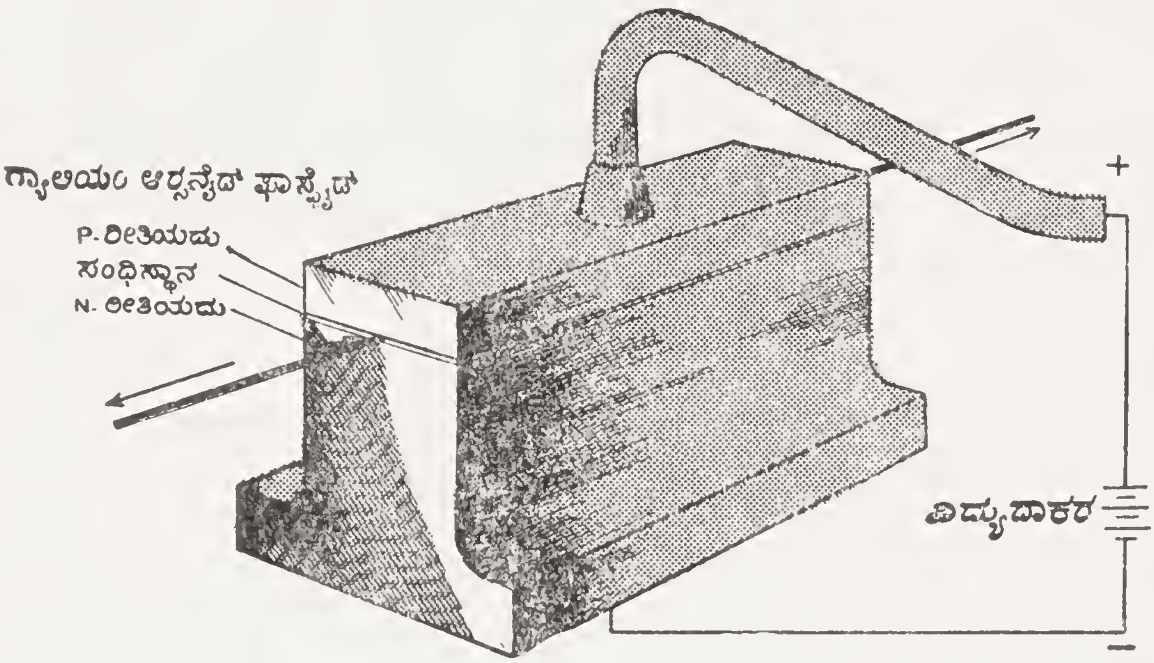
N ಪ್ರಾಂತದ ವಾಹಕ ಬಂಧಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುದಾಕರವು ನುಗ್ಗಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹರಳಿನ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಕೊಂಡು ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳಿಗೆ ಧುಮುಕುತ್ತವೆ. ಆಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಓಡಾಡುತ್ತ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ಹರಿಯುವುದರಿಂದ ವಸ್ತುವು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ; ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು P–ರೀತಿಯ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ಈ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಅವೆರಡರ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನ (junction region) ದಲ್ಲಿ N ವಸ್ತುವಿನ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೂ, P ವಸ್ತುವಿನ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದಲ್ಲಿ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳೂ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಂಡಂತೆಯೇ ಇದೆ (ಚಿತ್ರ ೧೫ ಅನ್ನು ನೋಡಿ). ಇಂತಹ ಜೋಡಣೆಗಳು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ತಮ್ಮ ಮೂಲಕ ಒಂದೇ ಒಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಳುಹಲು ಸಾಧ್ಯಮಾಡಿಕೊಡುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಜಂಕ್ಷನ್ ಡಯೋಡ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಎರಡು ಈ ರೀತಿಯ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ದೊರೆಯುವ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ರಚಿಸಿರುವ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿಯು ಅಸಾಧಾರಣವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಅದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಲು ಬಳಸುವ ಶಕ್ತಿಯ ಬಹು ಭಾಗದಷ್ಟಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಲೇಸರ್‌ಗಳ ದಕ್ಷತೆಯು ಮಿಕ್ಕವಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳಿಗೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಕೊನೆಯಪಕ್ಷ ನಿಷಿದ್ಧ ಪ್ರದೇಶದಷ್ಟಾದರೂ ಇರುತ್ತದೆ.

ಸಿಲಿಕಾನ್ ಮತ್ತು ಜೆರ್ಮೇನಿಯಂ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ, ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಆವೇಗ (momentum) ವು ಹರಳಿನ ಜಾಲಕದಷ್ಟೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೀಳುವಾಗ ಜಾಲಕವೂ ತನ್ನ ಆವೇಗವನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ವಾಹಕ ಬಂಧದಿಂದ ಬೀಳಲು ಜಾಲಕದ ನೆರವನ್ನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಕೋರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಗ್ಯಾಲಿಯಂ ಆರ್ಸೆನೈಡ್ ಅಂತಹ ಅರ್ಧವಾಹಕಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನೆಗೆತಕ್ಕೆ ಜಾಲಕದ ಈ ರೀತಿಯ ಸಹಕಾರವು ಅಗತ್ಯವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಹರಳುಗಳಿಂದ ಲೇಸರನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ರಚಿಸಬಹುದು. ಇಲ್ಲಿ N ವಾಹಕವನ್ನು ಋಣ ವಿದ್ಯುದೊತ್ತಡದಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ N ವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ನುಗ್ಗಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳು ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗುವುದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಅಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಬರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅವುಗಳು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹರಳಿನ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಬಂಧದ 'ರಂಧ್ರ'ಗಳಿಗೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು

ಫೋಟಾನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆ. ವಾಹಕಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಮೇಲ್ಮೈ ಹತ್ತಿರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶೇಖರಣೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ನೆಗೆತದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಫೋಟಾನ್ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಹೋಗುವಂತಾದರೆ, ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೆಲ್ಲಾ ಆದಷ್ಟು ಬೇಗ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಪ್ರಚೋದನೆಗಳಿಗೆ ಒಳಗಾಗಲು ಸಾಧ್ಯ. ಹರಳಿನ ಮುಖಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಉಜ್ಜಿ ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತೆಯೂ ಮಾಡಿದರೆ, ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಫೋಟಾನ್ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನದ ಮೇಲ್ಮೈಗೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಓಡಾಡುತ್ತಾ ವಾಹಕ ಬಂಧದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಧುಮುಕಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಜನಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳೂ ಇದೇ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುದರಿಂದ ಈಗ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಧಾರೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಹರಳು ಲೇಸರಾಗಿ



ಚಿತ್ರ ೧೬. ಅರ್ಧವಾಹಕ ಲೇಸರ್. ಬೆಳಕಿನ ವಿಸರ್ಜನೆಯು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಆಗುವಂತೆ ಹರಳಿನ ಎದರುಬದುರು ಮುಖಗಳನ್ನು ಉಜ್ಜಿ ಮೆರಗುವಂತೆ ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ.

ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ ೧೫, ೧೬ಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿ ಇಲ್ಲಿನ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಶೇಖರಣೆಯು ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುವುದರಿಂದ ಲೇಸರಾಗಿ ಬಳಸಲು ಸಾಧನವು ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದರೂ ಸಾಕು. ಈ ರೀತಿಯ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನಗಳು ಕೇವಲ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಚದರಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು

ಇಂತಹ ಲೇಸರುಗಳಿಂದ ಸುಮಾರು ೧ ವಾಟ್ ಶಕ್ತಿ ಇರುವಂತಹ ಫೋಟಾನಿನ ತಂಡವನ್ನು ಪಡೆಯುಬಹುದು. ಗ್ಯಾಲಿಯಂ ಆರ್ಸ್‌ನೈಡನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಬಳಸಿದಾಗ ಆದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಬೆಳಕು ೯೦೦೦ Å ತರಂಗಾಂತರ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಹರಳಿಗೆ ತಾಪವು ಕಡಮೆಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದ ತರಂಗಾಂತರವು ೮೪೦೦ Å ಕೂಡ ಆಗಿರುತ್ತದೆ; ಹೀಗೆ ತಾಪವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಈ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗಾಂತರವುಳ್ಳ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ರೂಬಿ ಮತ್ತು ಅನಿಲ-ವಿಸರ್ಜಕ ಲೇಸರುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಬೀಳಿಸಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಜರುಗಿಸಿದರೆ, ಇಂತಹ ಲೇಸರುಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳೇ ನೇರವಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಬೀಳುತ್ತವೆಂಬುದು ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ.

ಮೇಲಿನ ವಿವರಣೆಗಳಿಂದ ಪದಾರ್ಥವು ಘನ ಅಥವಾ ಅನಿಲ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಅಂತಹವುಗಳಿಂದ ಲೇಸರನ್ನು ರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ದ್ರವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರಿಂದ ಲೇಸರನ್ನು ರಚಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಏಕೆಂದರೆ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಅಣುವೂ ಸತತವಾಗಿ ಅದರ ಪಕ್ಕ ಪಕ್ಕದ ಅಣುಗಳ ಬಡಿದಾಟಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಘನವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವೂ ತನ್ನ ತನ್ನ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಅತ್ತಿತ್ತ ಮಾತ್ರ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯಾದ ಪರಸ್ಪರ ಬಡಿದಾಟಗಳಿಗೆ ಅಲ್ಲಿ ಅವಕಾಶವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಅನಿಲದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಿ ಅಲ್ಲೂ ಈ ಬಡಿದಾಟಗಳನ್ನು ಆದಷ್ಟು ತಪ್ಪಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದರ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಮತ್ತೊಂದು ಸಿಕ್ಕಿರುವುದರಿಂದ ಒಂದರ ಬಡಿತಗಳನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ದ್ರವದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಸೂಕ್ತ ಹಂತಗಳು ದೊರಕಿದರೂ ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು, ಮತ್ತು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿರುವವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಅಲ್ಲಿಂದ ಬೀಳುವುದರೊಳಗೆ ಪ್ರಚೋದನೆಗೊಳಪಡಿಸುವುದು, ಇವೆಲ್ಲಾ ಕಷ್ಟವಾದ ಕೆಲಸ. ಆದರೆ ಘನರೂಪಕ್ಕಿಂತ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೇ ಕೆಲವು ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಲೇಸರಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಕಂಡುಬರುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರ. ಯೂರೋಪಿಯಂ ಧಾತುವು ಇದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಉದಾಹರಣೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಯೂರೋಪಿಯಂ ಅಯಾಣುವು (ಮೂರು ಧನ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಪರಮಾಣು) ೬೧೦೦ Å ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಕೆಲವು ಸ್ಫುರಣ ವಿಸರಣ (fluorescent radiation)ಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆಂಬುದು ಅದು ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಯೋಗ್ಯವಾದ ವಸ್ತುವೆಂದು ತಿಳಿಸಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ಅಯಾಣುಗಳು

ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಮಧ್ಯದ ಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಈ ವಿಸರಣಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸು ವುದರಿಂದ, ಈ ಎರಡು ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಜರುಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಮಧ್ಯದ ಹಂತದಿಂದ ಭೂಹಂತಕ್ಕೆ ಅಯಾಣುಗಳು ಬೇಗ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಯಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿಸಿದರೂ, ಅದರ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯದ ಹಂತಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವು ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಈ ಪದಾರ್ಥದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ದೀಪವನ್ನು ಎಷ್ಟೇ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಮಾಡಿದರೂ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಅಯಾಣುಗಳು ಹರಳಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಬೆಳಕನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಹೀರದಿರುವುದೇ ಇಲ್ಲಿರುವ ತೊಂದರೆ. ಆದರೆ ಈ ಅಯಾಣುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಆರ್ಗ್ಯಾನಿಕ್ ಸಂಯುಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿಸಿದಾಗ, ಅಂದರೆ ಆ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಷಲೇಟ್ ಎಂಬ ಆರ್ಗ್ಯಾನಿಕ್ ವಸ್ತುವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಸುಲಭವಾಗಿ ನೆರವೇರುತ್ತದೆ. ಷಲೇಟ್ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುವು ಯೂರೋಪಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಪಂಜರದಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ದೀಪವು ಕೊಡುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಮೊದಲು ತಾನು ಹೀರಿ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ತಕ್ಷಣ ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ಅವು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತವೆ. ಈ ತೆರನಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಬೆನ್‌ಜೋಯಿಲ್ ಅಸಿಟೋನೇಟ್ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಆಲ್ಕೋಹಾಲಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ, ಅಂದರೆ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಒಳಗೊಂಡ ವಸ್ತುವನ್ನು ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ನೆರವೇರುವುವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಈ ರೀತಿ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಅಯಾಣುಗಳು ಆರ್ಗ್ಯಾನಿಕ್ ಅಣುಗಳೊಳಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದಾಗ ಆ ಅಣುಗಳು ಯೂರೋಪಿಯಮ್ಮನ್ನು ಮಿಕ್ಕ ಅಣುಗಳ ಬಡಿತದಿಂದ ಸಂರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆಂಬುದೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇ ಸರಿ.

ಈ ವಿಧವಾದ ಅರ್ಧವಾಹಕ ಲೇಸರುಗಳೂ, ಅನಿಲ–ವಿಸರ್ಜಕ ಲೇಸರುಗಳೂ ಅನೇಕ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ನೆರವಾದರೂ, ಅವುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳಿಗೆ ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನ ತೆನೆಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ; ಅಂದರೆ ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ತೆನೆಗಳನ್ನು ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಹರಳಿನ ಸಿಲಿಂಡರನ ಉದ್ದವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿದಷ್ಟೂ ಲೇಸರ್ ತೆನೆಯ ಶಕ್ತಿಯು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಕೇವಲ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ನೂರಾರು ಜೂಲ್‌ಗಳಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ಬೃಹತ್ತೆನೆಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯ ಲೇಸರುಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಅಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಈ ತೆನೆಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪ್ರಕಾಶವು ಸಾವಿರಾರು ನೂರು ವಾಟ್ ಲ್ಯಾಂಪುಗಳನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳಗಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರಕಾಶವನ್ನು

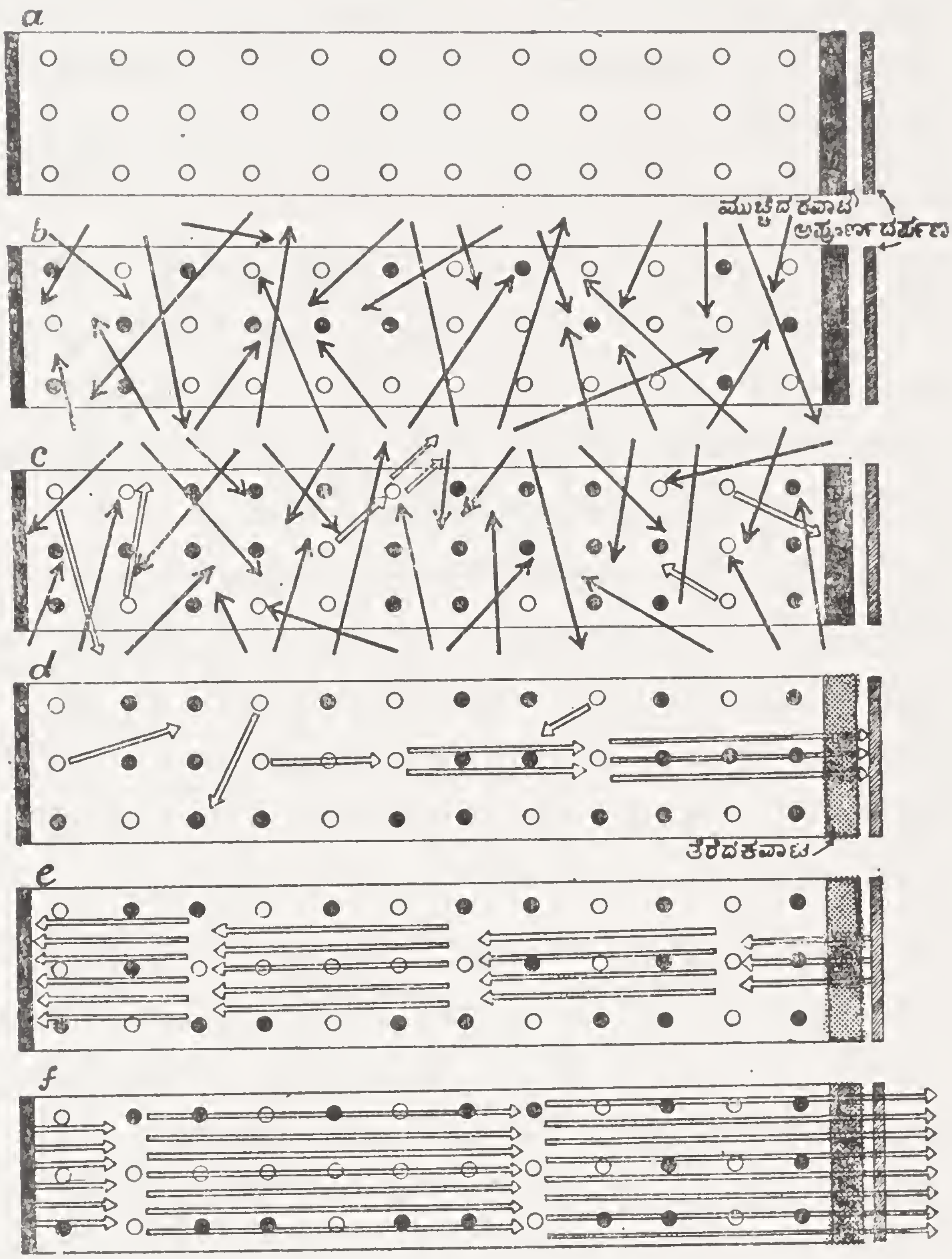
ಮೀರಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ತೆನೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದರೆ ಅದರ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಸುಮಾರು ೧/೮″ ದಪ್ಪವಿರುವ ಉಕ್ಕಿನ ಫಲಕವನ್ನು ಕೊರೆಯುಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಲೇಸರ್ ತೆನೆಯ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದು ತೂತು ಮಾಡಬಲ್ಲ ಉಕ್ಕಿನ ಫಲಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೂಡ ನಮೂದಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ರೂಬಿ ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಊಹಿಸಲಾರದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಶೃಂಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ[1] (peak power) ವುಳ್ಳ ಬೆಳಕಿನ ಬೃಹತ್ತೆನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ದೈತ್ಯ ತೆನೆ (giant pulse) ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ತೆನೆಗಳೊಂದೊಂದೂ ೧ ಸೆಕೆಂಡಿನ ದಶ ಕೋಟ್ಯಂಶದಷ್ಟು ಕಾಲ ಜೀವಂತವಾಗಿದ್ದು ೫ ಕೋಟಿ ವಾಟ್ ಅಷ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ದೈತ್ಯ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಇಂತಹ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ರೂಬಿ ಹರಳಿನ ಒಂದು ಮುಖವು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಮತ್ತೊಂದರೆದುರಿಗೆ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಬಲ್ಲ ಕನ್ನಡಿಯೊಂದನ್ನು ಇಟ್ಟಿರುತ್ತಾರೆ. ಕನ್ನಡಿಗೂ ಹರಳಿನ ಈ ಮುಖಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಅತಿ ರಭಸದಿಂದ ಅದನ್ನು ಮುಚ್ಚಬಲ್ಲ ಕವಾಟ (shutter) ವೊಂದನ್ನು ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ (ಚಿತ್ರ ೧೭). ಹೀಗೆ ಕವಾಟವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದಾಗ ಕನ್ನಡಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಆಗುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಓಡಾಟಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಿಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಿಂದ ಬಿದ್ದಾಗ ಜನಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ಹರಳಿನ ಅಕ್ಷದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸರಾಗವಾಗಿ ಓಡಾಡಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಲೇಸಿಂಗ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ನೆರವೇರಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ದೀಪವು ಬೆಳಕನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಕೊಡುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೊತ್ತಾದ ಮೇಲೆ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ನೆಲಸಿರುವುವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಈಗ ಕವಾಟವನ್ನು ತೆರೆದ ತಕ್ಷಣ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳ ಓಡಾಟ—ಲೇಸಿಂಗ್ ಕ್ರಿಯೆ–ರಭಸದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಅದಷ್ಟು ಬೇಗ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಈ ಸಾಧನದಿಂದ ಬರುವ ಲೇಸರ್‌ತೆನೆಗೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಶಕ್ತಿ ಇರುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಉಚಿತ. ಲೇಸಿಂಗ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಲು ಕನ್ನಡಿಗಳು ಎಷ್ಟು ಅಗತ್ಯವೆಂದೂ ಮತ್ತು ಅವುಗಳು ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವೇನೆಂದೂ ಈ ಸಾಧನದಿಂದ

---

[1] ವರ್ಣರೇಖೆಗೆ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಖಚಿತವಾದ ಒಂದು ಹರವಿರುತ್ತವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ. ಆ ಹರವಿನ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ವರ್ಣರೇಖೆಯ ಶೃಂಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.



ಚಿತ್ರ ೧೭. ದೈತ್ಯ ತೆನೆಗಳನ್ನು ವಿಸರ್ಜಿಸುವಾಗ ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಾಗುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು. (a) ಪಂಪ್ ಮಾಡುವ ದೀಪವು ಉರಿಯುವ ಮುನ್ನ ಹರಳಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು (ಖಾಲೀ ಬೊಟ್ಟುಗಳು) ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. (b ಮತ್ತು c) ದೀಪವು (ಕಪ್ಪು ಬಾಣಗಳು) ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೆತ್ತುತ್ತದೆ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಮೇಲಿನ ಹಂತದ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಫೋಟಾನು (ಎರಡು ಗೀಟಿನ ಬಾಣ) ಮತ್ತೊಂದು ಉದ್ರಿಕ್ತ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ತಾಡಿಸಿ ವಿಸರ್ಜನೆಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುತ್ತವೆ. (d) ಆದರೆ ಪರಮಾಣುಗಳ ಪ್ರಚೋದನೆಯು ಕವಾಟ ತೆರೆಯುವವರೆವಿಗೂ ತಡವಾಗುತ್ತದೆ. (e ಮತ್ತು f) ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಓಡಾಡುವ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು (ಎರಡು ಗೀಟಿನ ಬಾಣಗಳು) ಹರಳಿನ ಮುಖಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಿ ದೈತ್ಯ ತೆನೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಾಗುವ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಚಿತ್ರ ೧೭ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮತ್ತೊಂದು ರೂಬಿ ಹರಳಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ದೈತ್ಯ ತೆನೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಾಧನದ ಮುಂದೆ ಮತ್ತೊಂದು ಹರಳನ್ನು ಮೊದಲಿನದರ ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಇರಿಸಿ ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅದರ ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿಸಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ಹರಳಿನ ಮುಖಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಪಲಿಸುವಂತಿರಬಾರದು. ಈ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ತಾನೇ ತಾನಾಗಿ ಉಂಟಾಗದಿರಲು ಹೀಗೆ ಮಾಡುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಈಗ ಮೊದಲಿನ ಹರಳಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೃಹತ್ತೆನೆಯು ಎರಡನೆಯದರ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವಾಗ ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿ ನಿಂತಿರುವ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಉಸಿರಿಗೆ ಪ್ರಚೋದಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ; ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಒಂದೊಂದು ನೆಗೆತದಿಂದಲೂ ಉಂಟಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಲೇಸರ್ ತೆನೆಯಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಒಟ್ಟು ಸಾಧನದಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವ ಲೇಸರ್ ತೆನೆಯ ಶಕ್ತಿಯು ಅಗಾಧವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯ ಹರಳಿನಲ್ಲಾಗುವ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯು ಮೊದಲನೆಯ ಹರಳಿನ ತೆನೆಯ ಮುಂಭಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಜರುಗುವುದರಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಹರಳನ್ನು ತೆನೆಯ ಮಿಕ್ಕಭಾಗವು ಹಾಯುವಾಗ ಆದರ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ತೆನೆಯು ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹ್ರಸ್ವವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಷಣಿಕವಾದ ಆದರೆ ಅಪಾರ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ದೈತ್ಯ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯ ಹರಳು ವರ್ಧಕದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ. ಈ ರೀತಿಯ ಸಾಧನದಿಂದ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಚದರಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಅಡ್ಡಸಲೆ (area of cross section) ಯುಳ್ಳ ಕಿರಣದಂಡದಲ್ಲಿ ೫೦ ಕೋಟಿ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ಬೃಹತ್ತೆನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾರೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಗಾಜು ಮತ್ತು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್‌ಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ನೂಲುಗಳಿಂದ ಕೂಡ ಲೇಸರನ್ನು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ಈ ನೂಲುಗಳನ್ನು ಕ್ಸೇನಾನ್ ಸ್ಫುರಣ ದೀಪ (Xenon flash lamp)ದ ಸುತ್ತ ಸುರುಳಿಯಂತೆ ಸುತ್ತಿರುತ್ತಾರೆ. ದೀಪವನ್ನು ಉರಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಬೆಳಕು ಪಂಪ್‌ಮಾಡುವ ದೀಪವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಿ ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿರುವ ನಿಯೋಡಿಯಮ್ ಆಯಾಣು (Nd^{3+}) (ಅಥವಾ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಯೂರೋಪಿಯಂ ಅಯಾಣು (Eu^{3+})) ಗಳನ್ನು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಈ ಅಯಾಣುಗಳು ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಜನಿಸಿದ ಫೋಟಾನ್‌ಗಳು ನೂಲಿನ ಒಂದು ಪಾರ್ಶ್ವದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪಾರ್ಶ್ವಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುತ್ತಾ

ಲೇಸಿಂಗ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ನೂಲುಗಳಿಂದ ತಯಾರಾದ ಈ ರೀತಿಯ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ತಂತು ದ್ಯುತಿ ವಿಜ್ಞಾನ(fibre optics)ದಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಿರಣದಂಡವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಮುನ್ನ ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರಚೋದನೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುದು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ಪ್ರಚೋದಕವು ಲೇಸರಿಗೆ ಒದಗಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ಕಿರಣದಂಡದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೂಬೀ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಜರುಗಿಸಲು ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೂ ಮೇಲಿರುವ ಹಂತಗಳಿಗೆತ್ತಬೇಕು; ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಂದ ಮಿತಸ್ಥಿರ ಹಂತಕ್ಕೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಿದ್ದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆಯೇ ಹೀಲಿಯಂ–ನಿಯಾನ್ ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಕ್ರಿಯೆಯು ಜರುಗಿದ ಮೇಲೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ನಡುಹಂತಗಳಿಂದ ಭೂಹಂತಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಿದಾಗ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯು ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಿರಣ ದಂಡದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಪ್ರಚೋದನೆಗೆ ಬೇಕಾಗುತ್ತಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆಂದು ಹೇಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರಚೋದಕವು ಒದಗಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪರಮಾಣುವನ್ನೂ ಮೇಲಿನ ಲೇಸರ್‌ಹಂತಕ್ಕೇ[1] ಕರದೊಯ್ಯುತ್ತದೆಂಬುದೂ ಸರಿಯಲ್ಲ. ಅನಿಲ–ವಿಸರ್ಜಕ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೇಗಗಳಿಂದ ಸಂಚರಿಸಬಹುದಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ತಾಡನೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಲೇಸರ್‌ಹಂತಕ್ಕೇ ಹೋಗುವುವೆಂಬುದು ಸರಿಯಲ್ಲ. ಇನ್ನೂ ಮೇಲಿರುವ ಹಂತಗಳಿಗಾಗಲೀ ನಡು ಹಂತಗಳಿಗಾಗಲೀ ಹೋಗಿ ನೆಲಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರಚೋದಕದ ಶಕ್ತಿಯು ಕೇವಲ ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೇ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆಂಬುದೂ ಸರಿಯಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿಯೂ ಲೇಸರ್ ದಂಡದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯು ಪ್ರಚೋದಕವು ಒದಗಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ಭಿನ್ನಾಂಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಚೋದನೆಗೊಳಗಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಲೇಸರ್‌ಹಂತಕ್ಕೇರಿದ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೂ ಬಿಡದೆ ಕೆಳಗಿನ ಲೇಸರ್‌ಹಂತಕ್ಕೇ ಬೀಳುವುವೆಂದು ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಕಿರಣ ದಂಡದ ಶಕ್ತಿಗೂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮೇಲಿನ ಹಂತಕ್ಕೇರಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿ

---

[1] ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯು ನೆರವೇರುವ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳನ್ನು ಲೇಸರ್‌ಹಂತ (laser level) ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಕೊಂಡ ಶಕ್ತಿಗೂ ಇರುವ ಪ್ರಮಾಣಾಂಕ (ratio) ವನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಂ ದಕ್ಷತೆ (quantum efficiency) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಲೇಸರ್ ದಂಡದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಪ್ರಚೋದಕದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಎಷ್ಟು ಭಾಗವೆಂದು ತಿಳಿಸುವ ಪ್ರಮಾಣಾಂಕವು ಲೇಸರಿನ ಕ್ರಿಯಾ ದಕ್ಷತೆ (working efficiency) ಎನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸೂಕ್ತವಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಕ್ರಿಯಾ ದಕ್ಷತೆಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವಂತಹ ಲೇಸರುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರಕ್ತನೀಚ ತೆನೆ (infrared pulse) ಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ ಲೇಸರುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಅಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದು ಉತ್ತಮವೆಂಬುದು ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ. ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ಭೂಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಮೇಲಿರುವ ಹಂತಗಳಿಗೊಯ್ಯುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಅಷ್ಟೊಂದು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬೀಳಿಸಲೂ ಕೂಡದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಲೇಸರಿನ ಕ್ರಿಯಾ ದಕ್ಷತೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಲ್ಲುವ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳ ನಡುವೆ, ಅಣುಗಳ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಶಕ್ತಿಹಂತಗಳು ವಿಪುಲವಾಗಿ ದೊರಕುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂದಣಿ ವಿಪರ್ಯಯವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಶಕ್ತಿಯ ವೆಚ್ಚದಿಂದಲೇ ನಿರ್ವಹಿಸಿ ರಕ್ತನೀಚ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು; ಮತ್ತು ಆಗ ಸಾಧನದ ಕ್ರಿಯಾ ದಕ್ಷತೆಯು ಬಹು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಷಯಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ರಕ್ತನೀಚ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದ ಲೇಸರೊಂದನ್ನು ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಇಂಡಿಯಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ C. K. N. ಪಟೇಲರು ರಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅನಿಲವನ್ನು ಅಲ್ಪ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೭೮ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಉದ್ದವಿರುವ ಸಿಲಿಂಡರನಲ್ಲಿ ಇರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಮತ್ತು ಈ ಲೇಸರ್ ಹೊರಸೂಸುವ ರಕ್ತನೀಚ ತೆನೆಗಳು ೨೫೦೦ ವಾಟ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ತೆನೆಗಳಿಂದ ಕೇವಲ ೧೦ ಸೆಕೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧/೪″ ದಪ್ಪದ ಸ್ಟೇನ್‌ಲೆಸ್ ಸ್ಟೀಲ್ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯಬಹುದು.

ಮೈಮಾನ್ ರೂಬಿ ಲೇಸರನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗಂದಿನಿಂದ ಲೇಸರಾಗಿ ಬಳಸಬಲ್ಲ ಅನೇಕ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಹೀಗೆ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಂತಹವುಗಳಲ್ಲಿ, ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಹರಳುಗಳು, ಗಾಜುಗಳು, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್‌ಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಸೇರಿವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ[1] ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ

[1] ತಮ್ಮ ಕೆಲವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವಂತಹ ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಮೂಹವನ್ನು ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಸ್ಥಿತಿ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ವಸ್ತುವನ್ನು ಕೂಡ ಲೇಸರಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿಸಬಹುದೆಂದು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ಲೇಸರೂ ತನ್ನ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಾಂತಗಳಲ್ಲಿ ಕೊಡುವುದರಿಂದ, ಈ ಎಲ್ಲಾ ಆಕರಗಳಿಗೂ ಉಪಯೋಗ ವುಂಟು. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರ್ ಒದಗಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವು ಅತ್ಯಂತ ನಿಖರವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿಯೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿ ಹೊತ್ತಿರು ವಂತಹುದೂ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಸಾಧಾರಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಇಂತಹ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಸ ಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದಮೇಲೆ ಅವುಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಲ್ಲ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟಿ ಷ್ಟೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು ಮತ್ತು ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಮೇಲಿಂದ ಮೇಲೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತಿರುವ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗಳನ್ನು ಚಕಿತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಯಾವುದೊಂದು ಉಪಯೋಗದ ಬಗ್ಗೆಯೂ ತಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅದನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವಷ್ಟು ಸಮಾಧಾನ ಕೂಡ ಅವರಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲವಾಗಿದೆ. ಕೇವಲ ಅಮೆರಿಕಾದೇಶ ಒಂದರಲ್ಲೇ ಲೇಸರ್ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಾವಿರಾರು ಸಂಶೋಧಕರು ನಿರತರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸರಿಸುವಾಗ ಕಂಡುಬರುವ ಹೊಸ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವಂತೆ ಇದುವರೆಗೆ ಬೆಳಕಿನ ಬಗ್ಗೆ ಬೆಳೆಸಿದ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಕೂಡ ಸೂಕ್ತ ವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಹೇಗೆ ಹುಟ್ಟುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿದ ಮೇಲೆ ಆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಲಕ್ಷಣಗಳಿರುತ್ತದೆಂದು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸುಲಭ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರಚೋ ದಿಸಿ ಕೆಳಹಂತಕ್ಕೆ ಧುಮುಕಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಜರುಗಬೇಕಾದರೆ, ಪ್ರಚೋದನೆ ಮಾಡುವ ಫೋಟಾನ್ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗದ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಹಂತಗಳಿಗನ್ವಯಿಸುವಷ್ಟು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿ ಇರುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಫೋಟಾನೂ ಒಂದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ರೇಖೆಯ ಅರ್ಧವೈಶಾಲ್ಯವು ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರಿನಲ್ಲಿಯೂ ಸಿಲಿಂಡರನ[1] ಮುಖದಿಂದ ಬೆಳಕು ಒಂದು ದಂಡದಂತೆ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತದೆ. ದಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು

[1] ಅರ್ಧವಾಹಕ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧನವು ಸಿಲಿಂಡರಾಕಾರವಲ್ಲೇನೂ ಇರಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಲ್ಲೂ ಮುಖಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಕಿರಣವೂ ಸಿಲಿಂಡರನೊಳಗೆ ಹಲವಾರು ಸಲ ಅಂದರೆ ಸಾವಿರಾರು ಸಲ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗಿ ಬಂದಿರುವುದರಿಂದ, ಅಂತಹ ಒಂದೊಂದೂ ಚಾಚೂ ತಪ್ಪದೆ ಸಿಲಿಂಡರನ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಓಡುತ್ತಿರಬೇಕು. ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಕಿರಣವು ದಂಡಕ್ಕೆ ಸೇರದೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಈಚೆಗೆ ಬಂದುಬಿಡುತ್ತಿತ್ತು. ಅಂದರೆ ದಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಎಷ್ಟು ದೂರ ಹೋದರೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತವೆ. ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬರುವ ಸುಮಾರು ೧ ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಡ್ಡಸಲೆಯುಳ್ಳ ಇಂತಹ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕೋಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಿರಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸಮಾನಾಂತರತೆಯಲ್ಲಿ ⅓°ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ದೋಷವನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಕೋಲಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಈ ದೋಷವು ⅓⁄₆₀° ಗಿಂತ ಕಡಮೆ ಇರುತ್ತದೆಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಕೋಲೊಂದನ್ನು ಒಂದು ಮೈಲಿ ಓಡಿಸಿದಾಗ ಅದು ೫ ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಹರವಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಆದರೆ ಈ ಕೋಲನ್ನು ಟೆಲಿಸ್ಕೋಪಿನಲ್ಲಿ ತಲೆಕೆಳಗಾಗಿ ಓಡಿಸಿ ಈ ಹರವನ್ನು ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದ ಕಿರಣದಂಡವನ್ನು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದರೆ ಅದು ಅಷ್ಟು ದೂರ (ಸುಮಾರು ೨ ಲಕ್ಷ ೩೮ ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳು) ಹೋದಮೇಲೂ ಕೇವಲ ೨ ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ಹರವಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬಂದ ಕಿರಣವು ತನ್ನ ನೇರವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸದೆ ಹೊರಟ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಓಡುತ್ತಿರುವ ಲಕ್ಷಣ ಉಳ್ಳದ್ದೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಬಿಸಿಲುಕೋಲನ್ನು ಕನ್ನಡಿಯಿಂದ ತಿರುಗಿಸಿ ಬಿಟ್ಟಂತೆ, ಇಂತಹ ಬೆಳಕಿನ ಕೋಲೊಂದನ್ನು ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಅಲ್ಲಿನ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ತಿಳಿದಾಗ ಇದು ನಮ್ಮನ್ನು ಚಕಿತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡದಿರದು.

ಮೂರನೆಯದಾಗಿ ಲೇಸರ್ ದಂಡಗಳಿಗಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು. ಲೇಸರ್‌ನಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒತ್ತಾಯ ಪೂರ್ವಕವಾಗಿ ಒಟ್ಟೊಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಧುಮುಕುವುದರಿಂದ, ಅಂತಹ ಒಂದೊಂದರಿಂದಲೂ ಬಂದ ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ದಂಡದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

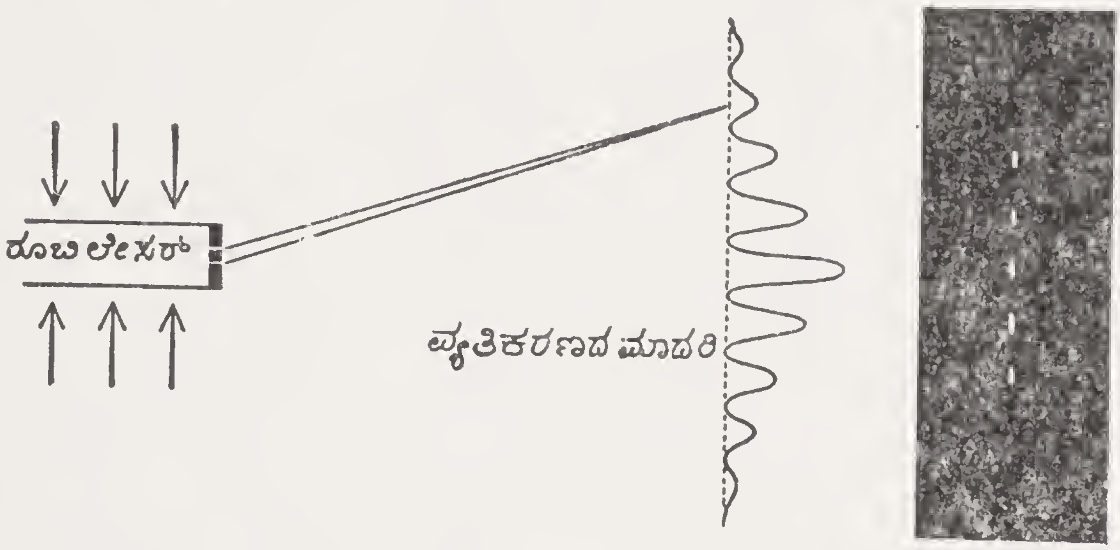
ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನ ಸುಮಾರು ೧ ಚದರ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಡ್ಡ ಸಲೆಯುಳ್ಳ ದಂಡಕ್ಕೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ೧೦೦೦೦ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ದಂಡವನ್ನು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಲೆನ್ಸಿನಿಂದ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದರೆ ದಂಡವು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ಸಹಸ್ರಾಂಶದಷ್ಟು ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಒಂದು ಚುಕ್ಕಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಾಗ ದಂಡದಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ಈ ಚುಕ್ಕಿಯಷ್ಟು ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅಲ್ಲಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಪ್ರತಿ ಚದರಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಲ್ಲಿಯೂ ೧೦ ಕೋಟಿ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆಂದು ಗುಣಿಸಿ ತೋರಿಸಬಹುದು. ಬೆಳಕಿನ ಸ್ಫುರಣವು ಕೇವಲ ಕ್ಷಣಿಕವಾಗಿದ್ದರೂ

ಆ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಟ್ಟ ಎಂಥ ಕರಗದ ವಸ್ತುವೂ ತಕ್ಷಣ ಆವಿಯಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ ಇದೇ ರೀತಿ ಅದರಿಂದ ಕಾಗದ, ಹುಲ್ಲುಕಡ್ಡಿಗಳನ್ನು ಸುಟ್ಟಾಗ ಎಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಕಾಯಬೇಕೆಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಗೆ ತಂದುಕೊಂಡಾಗ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವೆಷ್ಟೆಂದು ಅಂದಾಜುಮಾಡಿ ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಕೊನೆಯದಾಗಿ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಅದರ ತರಂಗಮುಖವು ಸಮತಲವಾಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ ದೇಶ ಮತ್ತು ಕಾಲ ಸಂಸಕ್ತತೆ (space and time coherence) ಗಳೆರಡೂ ಇರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಓಟವು ಲಂಬವಾಗಿರುವಂತೆ ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡ ಸಮತಲದ ಮೇಲಣ ಬಿಂದುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಅದು ಪುನಃ ಅಷ್ಟೇ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಆವರ್ತಕಾಲವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳು ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲ ತರಂಗಗಳಂತೆ ವ್ಯತಿಕರಣ (interference) ವೆಂಬ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಬಲ್ಲುವು. ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸಕ್ತತೆಯುಳ್ಳ ಎರಡು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಘಟ್ಟಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ೧೮೦೩ರಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಥಾಮಸ್ ಯಂಗ್ ಮಾಡಿದ ಇಂತಹ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಎರಡು ಸೀಳುಗಂಡಿ (slit)ಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಕಂಡಿಗಳ ಮತ್ತೊಂದು ಕಡೆ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿ (interference pattern) ಯನ್ನು ಪಡೆದಾಗ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಬರುವ ಬೆಳಕು ವ್ಯತಿಕರಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವಷ್ಟು ಸಂಸಕ್ತತೆ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಲೇಸರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳು ದೂರವಾಗಿದ್ದರೂ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಅಲ್ಲದೆ ಲೇಸರ್ ದಂಡವನ್ನೇ ಕಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ ದಂಡದಗಲಕ್ಕೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಉಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ ೧೮ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ರೂಬಿ ಹರಳಿನ ಒಂದು ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಎರಡು ರೇಖೆಗಳನ್ನೆಳೆದಾಗ ಅವು ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಆಕರವು ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಇರಬಹುದಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಉಳ್ಳವುಗಳೆಂದು ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ವ್ಯತಿಕರಣದ ಈ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಿರಣದಂಡಕ್ಕೆ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಇದೆಯೇ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂದು ಒರೆ ಹಚ್ಚಿ ನೋಡುವ ಪ್ರಯೋಗವೆಂದು ಕೂಡ ಭಾವಿಸಬಹುದು.

ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಸಕ್ತತೆಯುಳ್ಳದ್ದೆಂಬುದನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಒಂದು ನವೀನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಫ಼ೋಟೋಗ್ರಫ಼ಿಯಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಫೋಟೊ ತೆಗೆಯುವಾಗ ಅದರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದಲೂ ಬರುವ ಬೆಳಕು ಕ್ಯಾಮರಾದ ಲೆನ್ಸಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಬಿಂದುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಫ಼ೋಟೋಗ್ರಾಫ಼ಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಉಂಟು ಮಾಡುತ್ತದೆಂಬುದು ನಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದೆ. ಆದರೆ ತರಂಗಮುಖ ಪುನರ‍್ರಚನೆಯ ಫ಼ೋಟೋಗ್ರಫ಼ಿ (wave front reconstruction photography) ಎಂದು ಕರೆಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಇತ್ತೀಚಿನ ಒಂದು ಹೊಸ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಲೆನ್ಸನ್ನಾಗಲೀ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಕೊಡುವ ಮತ್ತಾವ ರೀತಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವೂ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಕಳುಹುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು



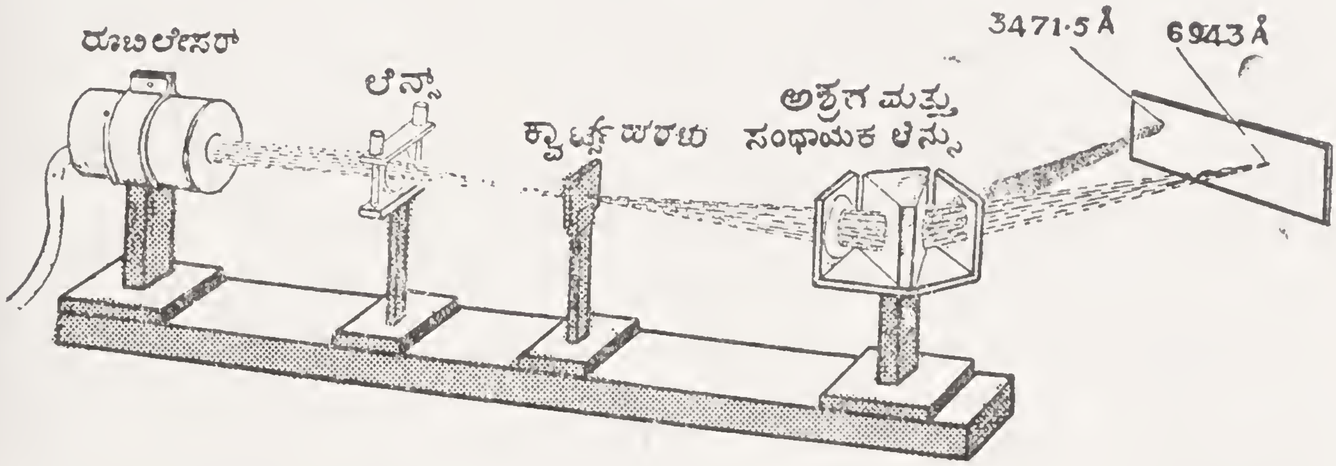
ಚಿತ್ರ ೧೮. ರೂಬಿ ಹರಳಿನಿಂದ ಬರುವ ಲೇಸರ್ ದಂಡದಲ್ಲಿನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಹರಳಿನ ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವಂತೆ ಎರಡು ಗೀಟುಗಳನ್ನೆಳೆದಿರುತ್ತಾರೆ. ಆವು ಸೀಳುಗಂಡಿಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬಲಗಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಫ಼ೋಟೋವು ಈ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿ

ಮತ್ತೊಂದು ಆದರ್ಶ ಬೆಳಕಿನ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಫ಼ೋಟೋಗ್ರಾಫ಼ಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ನೇರವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಕ್ಕೂ ಆದರ್ಶ ಬೆಳಕಿಗೂ ಆಗುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ವ್ಯತಿಕರಣವಾದಾಗ ಅದರ ಮಾದರಿಯು ದೊರೆಯಲು ಬೆಳಕಿಗೆ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಇರಬೇಕೆಂಬುದು ವ್ಯತಿಕರಣದ

ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿರುವವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯು ಯಾವ ಕ್ರಮಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿಯೂ ಇರದೆ ಅನೇಕ ಚುಕ್ಕಿ, ಬಟ್ಟು, ಸುರುಳಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಂತಹ ಒಂದು ಕಲಸುಮೇಲೋಗರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ನೆಗೆಟಿವ್ ಅನ್ನು ನೋಡಿ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಗುರ್ತಿಸುವಂತೆ ಈ ಫಲಕವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿ ಅದು ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ರೀತಿ ತಯಾರಾದ ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕವನ್ನು ಹಾಲೋಗ್ರಾಮ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಪುನಃ ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರಕಾಶಗೊಳಿಸಿದರೆ ಅಂದರೆ ಫೋಟೋ ಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟಿರುವ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪುನರ್ರಚಿಸಿದರೆ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ನಾವು ಅದನ್ನು ಹಿಂದೆ ನೋಡಿದಂತೆಯೇ (ಸ್ಥಾನಾಭಾಸ; parallax ಸಹಿತವಾಗಿ) ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿಗಿರುವ ಅಸಾಧಾರಣ ಸಂಸಕ್ತತೆಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ವಸ್ತುವು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿ ಕಳುಹುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಫೋಟೋಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಧ್ವನಿತಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ತರಂಗಗಳಂತೆ ಹಿಡಿದಿಡಬಹುದೆಂದೂ ಮತ್ತು ಆ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪುನರ್ರಚಿಸಿ ವಸ್ತುವಿನ ಯಥಾವತ್ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದೂ ಇದರಿಂದ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪದಾರ್ಥದ ಫೋಟೋವನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ವಿಧಾನವೇನೆಂಬುದನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸುಮಾರು ೩೦ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ತಿಳಿದಿದ್ದರೂ, ಸೂಕ್ತವಾದ ಸಂಸಕ್ತತೆಯುಳ್ಳ ಬೆಳಕು ದೊರಕದೆ ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿ ಫೋಟೋಗ್ರಫಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಅಧ್ಯಾಯವೇ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದೆ.

ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬರುವ ಸುಮಾರು ೧ ಚದರಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಅಡ್ಡಸಲೆಯುಳ್ಳ ದೈತ್ಯ ತೆನೆಗಳಿಗೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ಸುಮಾರು ೫೦ ಕೋಟಿ ವಾಟ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವಷ್ಟೆ. ಇಂತಹ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಸಂಗಮದೂರವುಳ್ಳ ಲೆನ್ಸಿನಿಂದ ಶೇಖರಿಸಿದಾಗ ತೆನೆಯ ಒಟ್ಟು ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನ ಸಹಸ್ರಾಂಶದಷ್ಟು ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಗ ಅಲ್ಲುಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ೧ ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಕೋಟಿ ವೋಲ್ಟ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಗಳ ಹೊರ ಕವಚಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಲೆನ್ಸ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದಿಟ್ಟಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯೂ ಇಷ್ಟೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ರೀತಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಿದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೆಲವು ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ವಿಶೇಷರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ.

ಹೀಗೆ ಶೇಖರಿಸಿದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಚಿತ್ರ ೧೯ ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ರೂಬಿ ಲೇಸರ್ ಕೊಡುವ ೬೯೪೩Å ತರಂಗಾಂತರದ ಕೆಂಪು ಬೆಳಕಿನ ಜೊತೆಗೆ

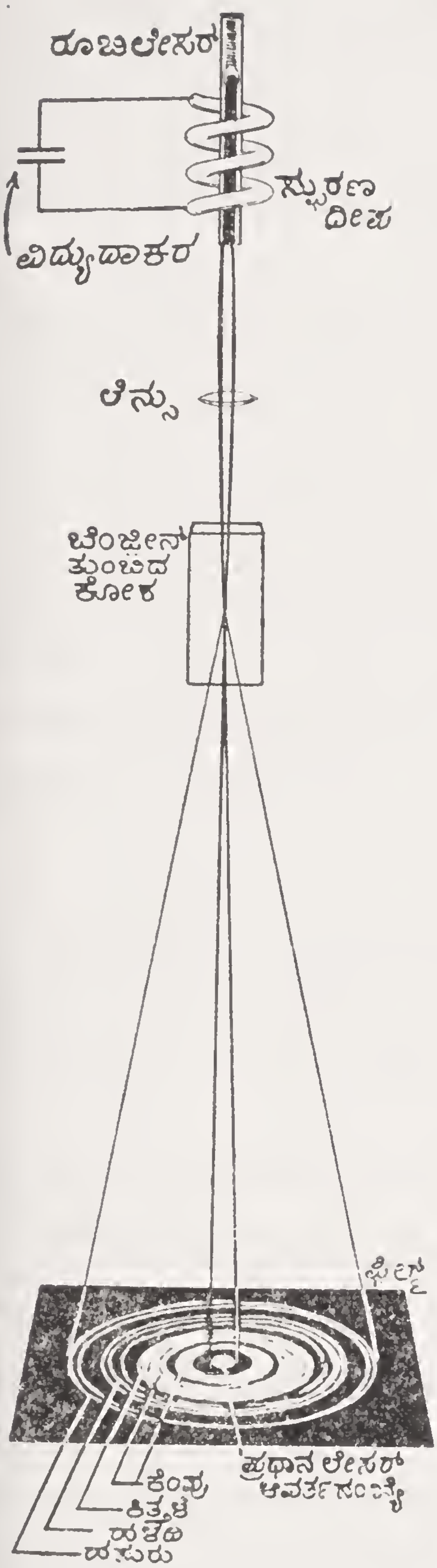


ಚಿತ್ರ ೧೯. ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನ ತೆನೆಯನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಆದರ ಅಷ್ಟಕ (octave) ವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಜೋಡಣೆಗಳು.

೩೪೭೧·೫Å ತರಂಗಾಂತರವುಳ್ಳ ಊದಾತೀತ ಬೆಳಕೂ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಈ ಬೆಳಕಿನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳ ಎರಡರಷ್ಟಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಅದರ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ದೇಶಕತ್ವವು ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನಷ್ಟೇ ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಈ ಬೆಳಕು ಹರಳಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸ್ಫುರಣ ವಿಸರಣವೆಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳುಂಟಾಗಲು ಹರಳಿನ ಜಾಲಕದಲ್ಲಿ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸಿ ಅವುಗಳ ಜೋಡಣೆಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಬೆಳಕು ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬೆಳಕಿನಿಂದುಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ಆವರ್ತಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಬಿದ್ದು ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಅಂದರೆ ಅವುಗಳೂ ಕೂಡ ಹಾಯುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನಷ್ಟೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕಿನ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು—ಅಂದರೆ ಅದರಿಂದುಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು—ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಂಧನದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇನ್ನಾವ ರೀತಿಯ ಪರಿಣಾಮವೂ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ತಂತಮ್ಮ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದುವುವಲ್ಲದೆ ಈಗ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗಾಗುವ ಹಂಚಿಕೆಯು ಮುಂಚಿಗಿಂತ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಮತ್ತು ಇದುವರೆಗೆ ಅವಾಹಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸು

ತ್ತಿದ್ದ ಹರಳು ವಾಹಕವಾಗಿ ಕೂಡ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಹಾಯುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಕುಣಿಯುವ ರೀತಿಯು ಮುಂಚಿನಂತೆ ಸರಳವಾಗಿರದೆ, ಪತನ ತರಂಗದ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರರಷ್ಟು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಜನನಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ; ಅಂದರೆ ಹರಳಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದ ಜೊತೆಗೆ ಅದರ ಅನುಸ್ವರ (over tones) ಗಳೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಸಕ್ತತೆಯುಳ್ಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದು ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಚದುರಿ ದಾಗ ಅದರ ಜೊತೆಗೆ ತರಂಗದೂರ ಬೇರೆಬೇರೆ ಇರುವ ಹೊಸ ಕಿರಣಗಳು ಹೊರ ಬರುವುದಕ್ಕೆ ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ (Raman effect) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಹೊಸ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಪದಾರ್ಥದ ಅಣುಗಳ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣ ಹಂತಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಅಣುಗಳು ಸತತವಾಗಿ ಅನುಭವಿಸುತ್ತಿರುವ ಕಂಪನ ಮತ್ತು ಭ್ರಮಣಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳೆಷ್ಟೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಸುಲಭ. ಪದಾರ್ಥದ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಬರುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಈ ವರ್ಣರೇಖೆಗಳನ್ನು ರಾಮನ್ ರೇಖೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಏರ್ಪಡಿಸುವಂತಹ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ರಾಮನ್ ರೇಖೆಗಳು ಬಹಳ ಮಂಕಾಗಿ ಇರುತ್ತವಲ್ಲದೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರ್ತಿಸುವಂತೆ ಫೋಟೋ ಗ್ರಾಫಿಕ್ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಫಲಕವನ್ನು ಬಹಳ ಹೊತ್ತು ಅಂದರೆ ಕೆಲವು ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲವೇ ಬೆಳಕಿಗೆದುರಾಗಿ ತೆರದಿಡ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಬದಲು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಸಕ್ತತೆಯೂ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯೂ ಇರುವ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿ ಸಿದರೆ ರಾಮನ್ ರೇಖೆಗಳು ಅತಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿಯೂ ಪ್ರಧಾನ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಸಕ್ತತೆ ಉಳ್ಳವುಗಳೂ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ರೂಬಿ ಲೇಸರಿನಿಂದ ಬಂದ ೬೯೪೩Å ತರಂಗಾಂತರದ ಬೆಳಕು ನೈಟ್ರೋಬೆಂಜೀನ್ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಬಂದಾಗ ಅದರ ಜೊತೆಗೆ ಸುಮಾರು ೧೦೦Å ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಅದರ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡದ್ದನ್ನು ತಿಳಿದು ರಾಮನ್ ಲೇಸರ್ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಲು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ಚಿತ್ರ ೨೦ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಯುಳ್ಳ ಮತ್ತು ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವಂತಹ ಸಾಧನಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.



ಚಿತ್ರ ೨೦. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲು ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನು ಮೇಲೆ ಕಂಡಂತೆ ಏರ್ಪಾಡು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ರೇಡಿಯೋ ಮತ್ತು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರಗಳಿಗೆ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ಏಕವರ್ಣಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಬೇಕೆನ್ನುವುದು ನಮಗೆಲ್ಲ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಷಯ. ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಬಂದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಈ ಗುಣಗಳು ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆಂದ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲೇಸರನ್ನೂ ಉಚ್ಚ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವ ಪ್ರೇಷಕವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು; ಅಂದರೆ ಲೇಸರ್ ತರಂಗಗಳು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ವಾಹಕ ತರಂಗಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಯೋಗ್ಯತೆಯುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿ ಏಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಾರದೆಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಸಹಜವಾದದ್ದೇ. ಪ್ರತಿ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಕಾಲುವೆಯ (television channel) ವೈಶಾಲ್ಯ[1]ವು ಸುಮಾರು ೪ ಮೆಗಾಸೈಕಲ್‌ಗಳಷ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಒಂದೊಂದು ಟೆಲಿವಿಷನ್ ನಿಲ್ದಾಣಕ್ಕೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಜಾಗವನ್ನು ಮುಡುಪಾಗಿಡುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅಲ್ಲಿನ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಬೆಳಕಿನಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸುದ್ದಿ ಕಾಲುವೆ (communication channel)ಗೂ ಬೇಕಾದ ಈ ಜಾಗವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು. ಆದರೆ ೪೦೦೦ Åಯಿಂದ ೭೦೦೦ Å ವರೆಗೆ ಹಬ್ಬಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಕಾಲುವೆಗಳನ್ನು ೮ ಕೋಟಿಯಷ್ಟು ಪಡೆಯಬಹುದು; ಅಂದರೆ ಈಗ

[1] ಪ್ರಸಾರಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಸುದ್ದಿ ಮತ್ತಿತರ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಾಹಕತರಂಗವು (carrier wave) ಹೊತ್ತು ಓಡುತ್ತಿರುವಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಅದು ಹಬ್ಬಿರುವ ಜಾಗವನ್ನು ಸುದ್ದಿಕಾಲುವೆಯ ವೈಶಾಲ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ.

ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತು ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಎಲ್ಲಾ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ನಿಲ್ದಾಣಗಳನ್ನೂ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲದ ಬೆಳಕಿನ ಕ್ಷೇತ್ರ ಒಂದರಲ್ಲೇ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ 'ಗದ್ದಲ' ರಹಿತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸಂಕೇತ ತರಂಗಗಳು ಎಷ್ಟೇ ಬಲಹೀನವಾಗಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಸಾರಮಾಡಿ ಸ್ಫುಟವಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ.

ಈಗಾಗಲೇ ಟೆಲಿವಿಷನ್ ಪ್ರಸಾರವನ್ನು ಲೇಸರ್ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಮೈಲಿಗಳವರೆಗೆ ನಿರ್ವಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ರಹಗಳ ನಡುವೆ ಸುದ್ದಿ ಸಾಗಣೆಗೆ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಲ್ಲೂ ಪ್ರಸಾರವು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಪದರಗಳ ಮೂಲಕ ಆಗಬೇಕಾದಾಗ ಅವು ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳನ್ನು ಹೀರುವುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ತರಂಗಗಳ ಉಪಯೋಗವು ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶ ನೌಕೆಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ರೇಡಿಯೋ ಸಂಪರ್ಕವನ್ನೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕಾದಾಗ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಾಹಕತರಂಗಗಳಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರಸಾರದಲ್ಲಿರುವ ಅಡಚಣೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಹುದು.

ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಗುಣಗಳುಳ್ಳದ್ದೆಂದು ತಿಳಿದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಸುದ್ದಿಸಾಗಣೆಯನ್ನು ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೆರವೇರಿಸಲು ತತ್ಸಂಬಂಧವಾದ ಜಟಿಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಬಗೆಹರಿಸುವ ಮಹತ್ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ.

ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಲೆನ್ಸಿನಿಂದ ಶೇಖರಿಸಿದಾಗ ಅದು ಬೀಳುವ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಶಾಖವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದರಿಂದ ಅನೇಕ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸಹಸ್ರಾರು ಸಂಧಿಸ್ಥಾನಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಂತಹ ಜಟಿಲವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವಾಗ ಒಂದೊಂದು ಜಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಅನೇಕ ತಂತಿ ಮತ್ತಿತರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೆಸೆಯಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದೇ ಒಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ ಬೀಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದರಿಂದ ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ತೊಂದರೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಒಂದೊಂದು ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಅನೇಕ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಬೆಸೆದು ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ರಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಸೀಲು ಮಾಡಿರುವ ಗಾಜಿನ ಕೊಳವೆಯೊಳಗಡೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಬೆಸೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ಮಿಲಿಸೆಕೆಂಡಿನಷ್ಟು ಕ್ಷಣಿಕವಾದ ಸುಮಾರು ೧ ಜೂಲ್ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳ ಲೇಸರ್ ತೆನೆಗಳನ್ನು ಕಣ್ಣಿನ ರೆಟೀನಾ ಪೊರೆಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ರೆಟೀನಾವು ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಹರಿದು ಹೋಗುವುದಾಗಲೀ ಗಾಯಗೊಳ್ಳುವುದಾಗಲೀ ಆದರೆ ಅದನ್ನು ಅದರ ಆಧಾರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತವಾಗಿ ಲೇಸರ್

ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಬೆಸೆಯುಬಹುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಆಕರಗಳು ಕೊಡುವ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಇದು ವರೆಗೆ ನೆರವೇರಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಬೆಸಗೆಗೆ ಸುಮಾರು ಅರ್ಧ ಸೆಕೆಂಡಷ್ಟು ಕಾಲ ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣುಗುಡ್ಡೆಯನ್ನು ನಿಶ್ಚೇಷ್ಟಿತವಾಗಿ ಮಾಡುವುದು ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಲೇಸರ್ ತೆನೆಗಳು ಒಂದು ಮಿಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗಿಂತಲೂ ಕ್ಷಣಿಕವಾದುದರಿಂದ ಕಣ್ಣು ಗುಡ್ಡೆಯು ಸಹಜವಾಗಿ ತಟಸ್ಥ ವಾಗಿರುವ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಆಪ್ತಾಲ್ಮೊಸ್ಕೋಪ್ (opthalmoscope) ಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತವಾದ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ನೆರವಾಗುವಂತೆ ಡಾಕ್ಟರುಗಳು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಕಣ್ಣುಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಈ ರೀತಿಯ ಪೂರ್ವಭಾವೀ ಪ್ರಯೋಗ ಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಣ್ಣಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆಗೂ ತಕ್ಕಂತೆ ಎಷ್ಟು ಬೇಕೋ ಅಷ್ಟೇ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುವ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಕರಣದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಹರಿದಿರುವ ರೆಟೀನಾವನ್ನು ಮುಂಚೆಯೇ ಪತ್ತೆಹಿಡಿದು ಅದನ್ನು ಸರಿಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯ ದಲ್ಲಿ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕು ಬಹಳಮಟ್ಟಿಗೆ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಣುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಒಂದು ಅಣುಸಂದಣಿಯ ಮೇಲೆ ಸೂಕ್ತವಾದ ರಕ್ತನೀಚ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಬೀಳಿಸಿ ಅಲ್ಲಿನ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಅಣು ಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪ್ರಚೋದಿಸಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಂಪನ ಹಂತಗಳಿಗೆ ಅವನ್ನು ಏರಿಸ ಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದರೂ, ಪ್ರಬಲವಾದ ಏಕವರ್ಣಕ ಆಕರಗಳು ದೊರೆಯದೆ ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಏಕವರ್ಣಕ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕುಗಳಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಜರುಗಿಸುವುದು ಮಾತ್ರ ವಲ್ಲದೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸಿ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು.

ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳ ಏಕವರ್ಣಕತ್ವವು (monochromaticity) ಅಸಾಧಾರಣವಾದುದರಿಂದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿದ ಮೈಕಲ್ಸನ್-ಮಾರ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕಂಡುಬಂದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಮತ್ತೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಲಾಗಿದೆ. ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ೧೮೮೭ರಲ್ಲಿ ಮಾಡಿದ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ದಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಭೂಮಿಯು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿ ಈಥರ್ ಮೂಲಕ—ಅದೇನಾದರೂ ಇದ್ದಲ್ಲಿ—ಸಾಗುತ್ತಿರುವ ವೇಗವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದು ಪ್ರಯೋಗದ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿತ್ತು. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಆಕರವು ಕೊಡುವ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಭೂಮಿಯ ಓಟದ ನೇರದಲ್ಲಿಯೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿಯೂ ಸಮ ದೂರಗಳವರೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಅಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲನವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಪುನಃ ಅವು ಕಲೆಯುವಂತೆ ಮಾಡ ಲಾಗುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ವೇಗವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದ್ದೇ ಆದರೆ

ಈ ಎರಡು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಸಾರಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವೇಗಗಳಿಂದಾಗುವುದರಿಂದ, ಅವಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕಾಲಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕು ತನ್ನ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಹೊಂದಬೇಕು. ಬದಲಾವಣೆಯು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಆಕರದ ಬೆಳಕಿಗೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಖಚಿತವಾಗಿ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವಂತೆಯೂ, ಅದು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಬದಲಾಯಿಸದಂತೆಯೂ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿಗೆ ಈ ಗುಣಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಮ್ಯಾಸ್ಸಾಚೂಸೆಟ್ಸ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಹೀಲಿಯಂ-ನಿಯಾನ್ ಲೇಸರನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಆಲಿ ಜವಾನ್‌ರವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಲ್ಲೂ ಕೂಡ ಮಿಕ್ಕಾವ ಕಾರಣಗಳಿಂದಲೂ ಬೆಳಕಿನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಬದಲಾಯಿಸದಂತೆ ತಕ್ಕ ಏರ್ಪಾಡುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಹನ ಸಂಚಾರಗಳಿಂದ ಉಪಕರಣಕ್ಕಾಗುವ ಅದಿರಾಟಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದ ಕೇಪ್‌ಕಾಡ್ ಎಂಬ ನಿರ್ಜನ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯದ ಒಂದು ಉಗ್ರಾಣದಲ್ಲಿ ದೃಢವಾದ ಪೀಠದ ಮೇಲೆ ಉಪಕರಣವನ್ನಿರಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ವಾತಾವರಣವು ಪ್ರಶಾಂತವಾಗಿರುವಂತಹ ದಿವಸಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಏರ್ಪಾಡುಗಳಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಸ್ಥಿರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ೧ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ೧೦ ಆವರ್ತಗಳು ಕೂಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ಲೇಸರ್‌ನಿಂದ ಆಗ ಜನಿಸುತ್ತಿದ್ದವು. ಇಂತಹ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಬೆಳಕು ತನ್ನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ೩ ಮಿಲಿ ಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಪಡೆದರೆ, ಅದನ್ನೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಇಷ್ಟು ನಿಖರವಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದಾದ ಈ ರೀತಿಯ ಏರ್ಪಾಡುಗಳಿಂದ, ಭೂಮಿಯ ವೇಗದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಯಾವ ಮಾರ್ಪಾಡನ್ನೂ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಪುನಃ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಮೈಕಲ್ಸನ್-ಮಾರ್ಲಿಯವರು ಮಾಡಿದ ಇಂತಹ ಮೊದಲು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಮಿಲಿಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೆ ಅದನ್ನು ಪತ್ತೆ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಅತಿಯಾದ ಶಾಖವನ್ನು ಹೀರಲು ಅವುಗಳ ಸುತ್ತ ದ್ರವದಿಂದ ರಚಿಸಿದ ಲೇಸರನ್ನು ಸುತ್ತಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅರ್ಧವಾಹಕ ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ದಕ್ಷತೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ದ್ಯುತಿ ರೇಡಾರ್ ವ್ಯವಸ್ಥೆ (optical radar system) ಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಲೇಸರ್‌ಗಳು ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಅಂತಹವುಗಳನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಅಡಕವಾಗಿ ಕೂಡ ಪಡೆಯು

ಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ ಈ ಲೇಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನಾಗಿ ಈಚೀಚೆಗೆ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಗಾಜಿನ ಅಥವಾ ಮತ್ತಾವ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ತಂತುಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಯಾವ ತಡೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ಬಹಳ ದೂರಗಳವರೆಗೆ ಸಾಗಿಸುವುದು, ತಂತುವಿನ ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಿರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯಲ್ಲಿ ನೋಡುವುದು ಇವೆಲ್ಲಾ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬೆಳೆದುಬಂದಿರುವ ತಂತು ಯಂತ್ರಕಲಾವಿಜ್ಞಾನ (fibre technology) ದ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳು. ಇಂತಹ ತಂತುಗಳನ್ನು ಮಾನವ ದೇಹದ ಒಳಭಾಗಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ನುಗ್ಗಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಜಾಗಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡುವುದು, ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಬೀಳಿಸಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ತ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ನೆರವೇರಿಸುವುದು ಇವೆಲ್ಲಾ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಈಚೀಚೆಗೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಮಹತ್ಕಾರ್ಯಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಲೇಸರ್ ಕಿರಣವನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ನೂಲೆಳೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ್ದರಿಂದ, ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಜಾಗವನ್ನು ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಲೀ, ಅಂತಹ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಕೊರೆಯುವುದಕ್ಕಾಗಲೀ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಲೇಸರ್‌ನ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ – ವಜ್ರದಂತಹ ಕಠಿಣ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಕೂಡ—ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಕೋಶದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳಿಸಿ ಅದರ ಉಪಭಾಗಗಳು ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಳ್ಳಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಸಸ್ಯಚಿಕಿತ್ಸೆ (plant surgery) ಯನ್ನು ಕೂಡ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನೆರವೇರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳು ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ಸಂಸಕ್ತತೆ ಉಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ವ್ಯತಿಕರಣದಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಈ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಮಾಡುವುದು ಸುಲಭ. ಆದುದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ (surveying) ದಲ್ಲಿ, ನಿರಕು ಉಪಕರಣ (precision instrument) ಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಅವುಗಳ ದೋಷಗಳನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದರಲ್ಲಿ, ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಏರುಪೇರುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಲ್ಲಿ, ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿಚಪ್ಪಡಿ (optical flat)ಗಳ ಸಮಾನಾಂತರತೆಯನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದರಲ್ಲಿ– ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಹೀಗೆ ಲೇಸರ್ ಬೆಳಕಿಗಿರುವ ಅಸಾಧಾರಣ ಗುಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಅದನ್ನು ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸುವಂತೆ ಅವಕಾಶ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಲೇಸರ್ ವಿನಿಯೋಗಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಕಂಡುಬಂದ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ

ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಲು ಆಗಾಗ್ಗೆ ಸಮ್ಮೇಳನಗಳನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸುವುದು ಕೂಡ ಉಂಟು. ಅದರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ದೊರಕಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು ಹತ್ತಾರು ಸಮ್ಮೇಳನಗಳಲ್ಲಿ ಚರ್ಚಿಸುವಷ್ಟು ವಿಪುಲವಾಗಿವೆ. ಲೇಸರ್ ಹುಟ್ಟಿ ಕೇವಲ ಹತ್ತಾರು ವರ್ಷಗಳಾದರೂ ಅದರಿಂದ ಲೇಸರ್ ಯಂತ್ರ ಕಲಾಶಾಸ್ತ್ರ (Laser Technology) ವೆಂಬ ಒಂದು ಹೊಸ ಉಪಶಾಖೆಯೇ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿದೆ. ಅದರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವಾದರೂ ಅವುಗಳಿಂದ ದೊರೆತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಬಳಸಿ ಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಲೇಸರ್‌ಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಲ್ಲ ಉಪಯೋಗಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ದಿಗ್ಭ್ರಾಂತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿರುವುದಲ್ಲದೆ ಅದರ ಯಾವ ವಿನಿಯೋಗವನ್ನು ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಬೇಕು ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸುವುದು ಕೂಡ ಅವರಿಗೆ ಕಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೊಂದು ಮೂಡಿದಾಗ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮೂಲವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ ಅದರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗು ತ್ತಾರೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಲೇಸರ್ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೇ ಸಾಕ್ಷಿ. ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಲಾಗದಷ್ಟು ಅಣುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಂತಹ ಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುವೂ ತನ್ನ ಬೆಳಕಿನ (ಅಥವಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗದ) ತೆನೆಯನ್ನು ಒಂದು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಕ್ಷಣದಲ್ಲೇ ಮತ್ತೊಂದೂ ವಿಸರ್ಜಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಈ ಸಾಧನವು ಅಣುಪ್ರಪಂಚದ ಬಗ್ಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿರುವ ಮಹತ್ತರವಾದ ಅರಿವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಕಟಪಡಿಸುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಏಕವರ್ಣಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗ ಗಳನ್ನು ಕೇವಲ ರೇಡಿಯೋ ಕ್ಷೇತ್ರ ಒಂದರಲ್ಲೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದ ರೇಡಿಯೋ ಎಂಜನಿಯರ್‌ಗಳಿಗೆ ಉಚ್ಚ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ದೊರತಿರುವ ಈ ಸಾಧನದಿಂದ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಊಹಿಸಲಾರದಷ್ಟು ತ್ವರಿತ ಗೊಂಡಿವೆ. ಲೇಸರ್ ಬಗ್ಗೆ ಹೀಗೆ ಒಂದೇಸಮನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿದ್ಯಮಾನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಪಡಿಸಿ ಮಾನವ ಜೀವನವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ವಿಕಾಸಗೊಳಿಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ, ಉತ್ತಮಪಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ನೆರವಾಗುತ್ತಿವೆಂಬು ದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ

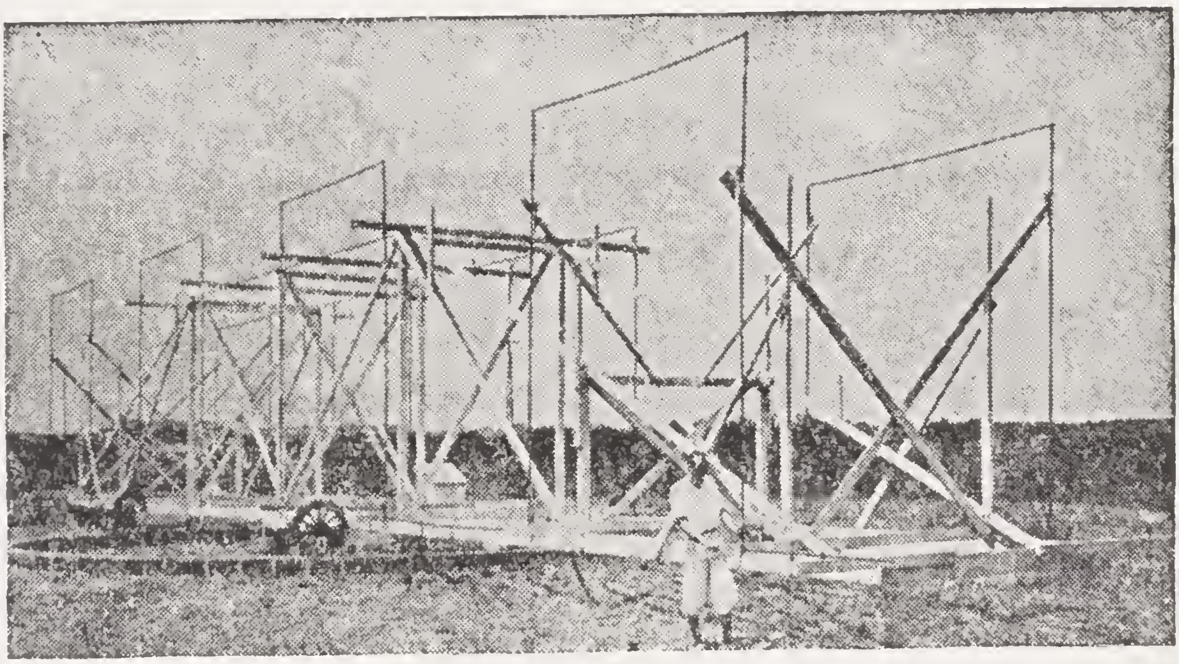
ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ

ಪೀಠಿಕೆ

ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗಡೆಯ ಜಗತ್ತುಗಳ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಏನಿದ್ದರೂ ಅದನ್ನೆಲ್ಲ ನಾವು ಅವು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ್ದೇವೆ. ಸೂರ್ಯ ಚಂದ್ರರು, ಇತರ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳು, ಧೂಮಕೇತುಗಳು, ನಕ್ಷತ್ರಗಳು, ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘಗಳು, ನೀಹಾರಕಗಳು, ನೀಹಾರಕ ಸ್ತಬಕಗಳು ಮುಂತಾದ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಕಾಂತಿತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕು ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ, ಆ ವ್ಯಾಸಂಗದ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ನಾವು ಕಟ್ಟಿರುವ ವಿಶ್ವಚಿತ್ರ ಇವು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯಗಳು. ಆದರೆ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ದೃಕ್‌ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂಬ ಉಪನಾಮವಿಡಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಿತು, ಏಕೆಂದರೆ ಅಷ್ಟುಹೊತ್ತಿಗೆ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಗುಣವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಅವು ಕಳಿಸುವ ಅದೃಶ್ಯ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗದಿಂದಲೂ ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದೆಂದು ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. ಈ ಹೊಸ ಜ್ಞಾನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ರೇಡಿಯೊ ಅಥವಾ ವಿಕಿರಣ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಹೊಸ ವಿಜ್ಞಾನ ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಕೇವಲ ೩೫ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ, ಆಮೇಲೆ ಅದರ ನಿಜವಾದ ಅಧ್ಯಯನ ಅರಂಭವಾದದ್ದು ೨೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ, ಆದರೂ ಈ ಇಪ್ಪತ್ತೇ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ನಮ್ಮ ಭೌತ ವಿಶ್ವ ನಮಗೆ ಅದುವರೆಗೆ ತಿಳಿದದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿಸ್ತಾರವಾದದ್ದು, ಹೆಚ್ಚು ಕಾಯ ನಿಬಿಡವಾದದ್ದು, ಅದರ ರಚನೆ ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲವಾದದ್ದು, ಅದರ ಅಂಗಗಳಲ್ಲಿ ನಮ್ಮನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸುವಂಥ ವೈವಿಧ್ಯ ಅಡಗಿದೆ, ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಇದೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಹೊಸದಾಗಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಆಕಾಶಕಾಯಗಳ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ ನಮ್ಮ ಪ್ರಧಾನ ಭೌತ ನಿಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ನಾವು ತಿದ್ದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದೆ; ಇನ್ನು ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ವಿಶ್ವರಚನಾ ವಾದಗಳಿಗೆ ಇದು ಹುರುಪು ತಂದಿದೆ.

ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಜನನ

ಋಷಿಮೂಲ, ನದೀಮೂಲಗಳನ್ನು ಅರಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗಬಾರದೆಂದು ಹಿರಿಯರು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಆ ಮೂಲಗಳು ನಿರಾಡಂಬರವಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ನಿಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಕೂಡ ನಮಗೆ ತೋರಿಯಾವೆಂಬ ಹೆದರಿಕೆ ಇರಬೇಕು. ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲವೂ ಅಷ್ಟೇನೂ ಉತ್ಸಾಹ ಕೆರಳಿಸುವಂಥದ್ದಲ್ಲ ಮೇಲ್ನೋಟಕ್ಕೆ. ಬೆಲ್ ಟೆಲಿಫೋನ್ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದ ಯಂತ್ರಜ್ಞ ಜಾನ್ಸ್ಕಿಗೆ ಹ್ರಸ್ವ ತರಂಗಗಳ ಗ್ರಾಹಕಗಳನ್ನು ಕಾಡಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಗದ್ದಲಗಳ ಮೂಲವನ್ನು, ಆಕರವನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವ ಕೆಲಸ ೧೯೩೧ರಲ್ಲಿ ಗಂಟುಬಿತ್ತು. ಅವನು ೧೫ ಮೀಟರುಗಳ ತರಂಗ ದೂರಕ್ಕೆ (ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೨ ಕೋಟಿಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ) ಪ್ರತಿವಾಡಿದ್ದ ತನ್ನ ಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದ್ದ ಪರದೆಯಾಕಾರದ ವಿಸರಣ ತಂತೀವ್ಯೂಹವನ್ನು ಆಕಾಶದ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ತಿರುಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅದು ಹಿಡಿದ ಸದ್ದುಗದ್ದಲಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ತಮ್ಮ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬರೆದಿಡುವಂತೆ ಏರ್ಪಡಿಸಿದನು. ಇಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಆಕಾಶವಾಣೀ ಪ್ರೇಷಕದ ತರಂಗದೂರ (ಅಲೆಯುದ್ದ)



ಜಾನ್ಸ್ಕಿ ರಚಿಸಿದ ೧೫ ಮೀಟರುಗಳ ಪ್ರಥಮ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

೪೯೨ ಮೀಟರ್‌ಗಳು, ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೬,೧೦,೦೦೦ ಎಂಬುದನ್ನು ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ನೆನಪಿಗೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಒಂದು ವರ್ಷ ಈ ಗೀಟುಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡಸಿದ ಮೇಲೆ ಆತ ಮೂರು ತೆರದ ಗದ್ದಲಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದನು. ಸ್ಥಳೀಯ ಮಿಂಚು ಬಿರುಗಾಳಿಗಳಿಂದ ಬಂದದ್ದೊಂದು, ದೂರದ ಮಿಂಚು ಬಿರುಗಾಳಿಗಳಿಂದ ಬಂದದ್ದಿನ್ನೊಂದು, ಹಿಸ್‌ಸ್ ಎಂದು ಸುಯ್ಯುತ್ತಿದ್ದ, ಮೂಲ ತಿಳಿಯದಿದ್ದ, ಸದ್ದೊಂದು. ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ವರ್ಷ ಮುಂದುವರಿಸಿದ್ದರ ಫಲವಾಗಿ

ಹಿಸ್ ಸ್ ಸದ್ದು ಬರುತ್ತಿರುವ ದಿಕ್ಕು ದಿನದುದ್ದಕ್ಕೂ ೨೪ ಗಂಟೆಗಳಿಗೊಂದು ಸಲ ಆಕಾಶವನ್ನು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಒಂದು ಸುತ್ತುಹಾಕುತ್ತದೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಆತ ಬಂದನು. ಇದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಬರುತ್ತಿರಬಹುದೆಂದು ಮೊದಲು ಅನುಮಾನಿಸಿದರೂ ಆಮೇಲೆ ಇದು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಿಂದ ಬರುತ್ತಿದೆಯೆಂದು ಅವನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದನು. ಈ ವಿವರಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅವನ ಲೇಖ ವಿಶ್ವದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಭಾಗವನ್ನು ಮುಸುಕಿದ್ದ ತೆರೆಯನ್ನು ಕಳಚಿಹಾಕುವುದರಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿತ್ತೆಂದು ಆಗ ಯಾರಿಗೂ ತಿಳಿಯಲಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಜಾನ್ಸ್ಕಿಯ ಲೇಖ ಇನ್ನೊಬ್ಬ ರೇಡಿಯೊ ಯಂತ್ರಜ್ಞ ರೆಬರ್‌ನ ಗಮನವನ್ನಾದರೂ ಸೆಳೆಯಿತು. ಅವನು ೧೯೩೭ರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಮನೆಯ ಹಿತ್ತಲಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಾಣಲೆಯಾಕಾರದ (ಪರವಲಯಜಾಕಾರದ) ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅದನ್ನು ಆಕಾಶದೆಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ಬೀಸಿ ಸಮಗ್ರ ಆಕಾಶವನ್ನೂ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಶೋಧಿಸಲಾರಂಭಿಸಿದನು. ಅವನ ಬಾಣಲೆಯ ವ್ಯಾಸ (ಅಗಲ) ೩೧ ಅಡಿಗಳು. ಅವನು ಗ್ರಾಹಕವನ್ನು ಶ್ರುತಿಮಾಡಿದ್ದು ಸೆಕೆಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೧೬ ಕೋಟಿಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ (೧.೮೭ ಮೀಟರಿಗೆ). ೧೯೪೦ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಈ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ವಿಕಿರಣಗಳು—ಇವನ್ನು ಬೆಳಕು ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಲ್ಲ, ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ಬೆಳಕು—ಆಕಾಶವನ್ನೆಲ್ಲ ತುಂಬಿರುವ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ನಕ್ಷೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಆ ಲೇಖವನ್ನು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪತ್ರಿಕೆಯಾದ ಆಸ್ಟ್ರೊಫಿಸಿಕಲ್ ಜರ್ನಲ್(ಖಭೌತ ಪತ್ರಿಕೆ)ಗೆ ಕಳಿಸಿದನು. ಇದು ಅದರ ಸಂಪಾದಕ ಆಟೊ ಸ್ಟ್ರುವೆಯನ್ನು ದೊಡ್ಡ ಪೇಚಾಟಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿಸಿತು. ಈ ಲೇಖಕ್ಕೆ ಬೆಲೆಕಟ್ಟಲು ವಿಮರ್ಶಕನೊಬ್ಬನೂ ಮುಂದೆ ಬರಲಿಲ್ಲ. ಯಾರಿಗಾದರೂ ವಿಷಯದ ಪರಿಚಯ ವಿದ್ದರೆ ತಾನೇ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಹೇಳುವ ಎದೆಗಾರಿಕೆ ಬರಬೇಕಾದರೆ! ಪ್ರಕಟಿಸಿದರೆ ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತವಾದ ತನ್ನ ಪತ್ರಿಕೆಯ ಘನತೆಗೆ ಕುಂದು ಬಂದೀತೆಂಬ ಸಂಶಯ ಆತನಿಗೆ ಹಿಡಿಯಿತು. ಕಡೆಗೆ ಯೋಗ್ಯ ಲೇಖವನ್ನು ತಿರಸ್ಕರಿಸುವುದರಿಂದಾಗುವ ಕೇಡು ಅಯೋಗ್ಯ ಲೇಖವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ್ದರಿಂದಾಗುವುದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿ ಸ್ಟ್ರುವೆ ಅದನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುವ ಧೈರ್ಯಮಾಡಿದನು.

ರೆಬರ್‌ನ ರೇಡಿಯೊ–ಆಕಾಶದ ನಕ್ಷೆಗಳು, ಈ ತರಂಗಗಳು ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಹಬ್ಬಿರುವ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಬರುತ್ತವೆಂದೂ, ಅವುಗಳ ಗರಿಷ್ಠ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಧನೂ ರಾಶಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಎಂದೂ, ಕನಿಷ್ಠ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಪಾರ್ಥ ರಾಶಿಯ (ಪರ್ಸ್ಯೂಸ್) ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೆಂದೂ ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ರಾಜಹಂಸ (ಸಿಗ್ನಸ್), ಕುಂತೀ (ಕ್ಯಾಸಿ ಒಪೀಯ), ಮಹಾಶ್ವಾನ (ಕ್ಯಾನಿಸ್ ಮೇಜರ್) ಮತ್ತು ನೌಕಾಪೃಷ್ಠ (ಪಪಿಸ್)ದ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ಬರುವ ತರಂಗಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕಗಳದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ. ರೆಬರ್ ಆಮೇಲೆ ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಸೆಕೆಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೪೮ ಕೋಟಿ

ಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ (೬೨.೫ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ) ಅನ್ವಯಿಸುವ ಇನ್ನೊಂದು ಆಕಾಶನಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಿದನು. ಈ ರೇಡಿಯೊ ಆಕಾಶನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಚಾರಿತ್ರಿಕವೆಂದು ಕರೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಿಲ್ಲ. ಇವು ಅಮೆರಿಕ,



ನಮಗೆ ರೇಡಿಯೊ ಕಣ್ಣುಗಳಿದ್ದರೆ ಆಕಾಶ ಹೀಗೆ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯ, ಹಾಲೆಂಡ್ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನ ಸೆಳೆದು ಅವರೆಲ್ಲ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಹಾದಿ ಹಾಕಿಕೊಟ್ಟವು.

ಈ ಕಥೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಜಾನ್ಸ್ಕಿ, ರೆಬರ್‌ರವರು ೧೫ ಮೀಟರ್, ೨ ಮೀಟರ್, ೬೨.೫ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರಗಳನ್ನೇಕೆ ಆರಿಸಿಕೊಂಡರು; ಈ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವೇನು ಎಂಬುದನ್ನು ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿಯಾದರೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದದ್ದು ಅವಶ್ಯ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು

ನೀರಿನ ಕೊಳದ ಮಧ್ಯೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಸೆಕೆಂಡೊಂದಕ್ಕೆ, ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ, ೧೦ ಸಲ ಅದ್ದಿ ಎತ್ತುತ್ತಿದ್ದರೆ ನೀರಿನ ಮೈಮೇಲೆಲ್ಲ ಅಲೆಗಳು ಹರಡಿ ನೀರಿನ ಕಣಗಳೆಲ್ಲ ಆ ತರಂಗ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಕುಣಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ನೋಡಿದ್ದೇವೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥವೊಂದನ್ನು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ರೇಷ್ಮೆಯ ಬಟ್ಟೆಗೆ ತಿಕ್ಕಿದ ಗಾಜಿನ ಕಡ್ಡಿಯನ್ನು, ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಹತ್ತು ಸಲ ಅಲುಗಿಸುತ್ತ ಆಕಾಶವನ್ನು ಕವಡಿದರೆ, ಅದರ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಆವಿಷ್ಟಕಣಗಳಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ಕಾಂತಸೂಜಿಗಳಿದ್ದರೆ ಅವೂ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಹತ್ತು ಸಲದಂತೆ ಅಲುಗಾಡುತ್ತವೆ. ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಇರುವ ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಷ್ಟೇ, ನೀರಿನ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ನೀರು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಹಬ್ಬಿರಬೇಕು; ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಂಪನಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಆವಿಷ್ಟಕಾಷ್ಠಕ್ಕೂ ದೂರದ ಕಣಗಳಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥವೂ ಇರಲೇಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇವೆರಡರ

ಮಧ್ಯೆಯೂ ಆಚೆಗೂ ತರಂಗ ರೂಪದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ಬಲ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟ ಅಥವಾ ಕಾಂತವಸ್ತುಗಳಿದ್ದರೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಅವನ್ನು ಅಲುಗಿಸುತ್ತದೆ. ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುದ್ಬಲವಿದ್ದೆಡೆಯಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅದೇ ರೀತಿ ಕಂಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಅಥವಾ ಬದಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತಬಲವಿದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಇಂಥ ತರಂಗಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಪ್ರಸಾರ (ಇಲೆಕ್ಟ್ರೊ ಮ್ಯಾಗ್ನೆಟಿಕ್ ವೇವ್ ಪ್ರಾಪಗೇಷನ್) ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ಇಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಕಲಕಿದ ಕಡ್ಡಿಗೂ ನಾವು ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟವೆಂದು ಕರೆದಿರುವ ಗಾಜಿನ ಕಡ್ಡಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನೆಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಏಳುತ್ತದೆ.

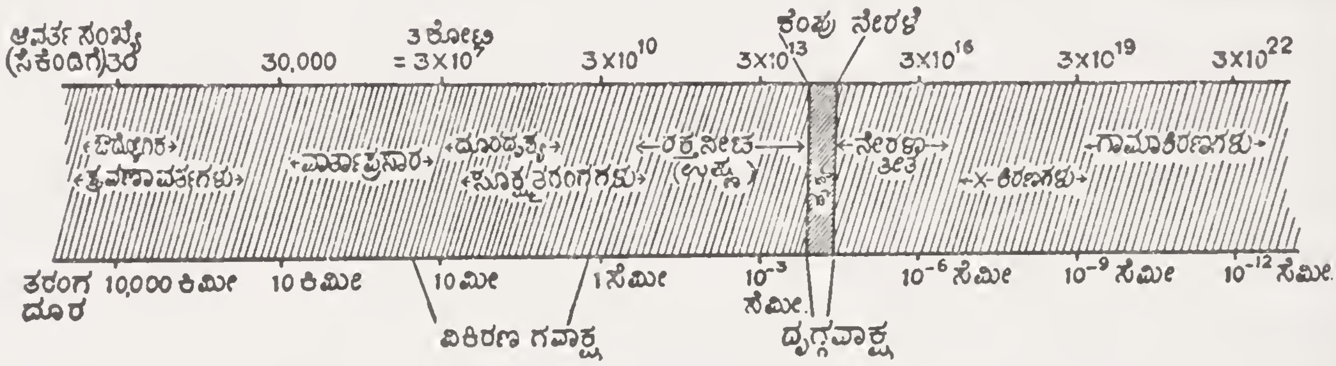
ಮೊದಲಿನದರ ಅಣು ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಪ್ರೋಟಾನು (ಧನ ವಿದ್ಯುತ್ತು)ಗಳಿರುತ್ತವೆಯೋ ಸರಿಯಾಗಿ ಅಷ್ಟೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು (ಋಣ ವಿದ್ಯುತ್ತು) ಇರುತ್ತವೆ. ಆಕಾಶವನ್ನು ಕದಡಿದ ಗಾಜಿನ ಕಡ್ಡಿಯಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಕಡಮೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಕಂಪನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗವನ್ನೆಬ್ಬಿಸುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುದಾವಿಷ್ಟಕಾಷ್ಠವನ್ನು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೧೦ ಸಲ ಅಲುಗಿಸಿದರೆ ೧೦ರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ತರಂಗವೇನೋ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಇಷ್ಟು ಕಡಮೆ ಇದ್ದರೆ ಪ್ರಸಾರಸಾಮರ್ಥ್ಯ ತೀರ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದಾಗಿ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚುವುದು ದುಸ್ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಆವರ್ತಗಳು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೩೦,೦೦೦ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಆದಂತೆ ಪ್ರಸಾರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ, ಆಗ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು ವ್ಯಾವಹಾರಿಕವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಜನಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ ಕಂಪನ ವಸ್ತುಗಳ ಗಾತ್ರ ಕಡಮೆ ಇರಬೇಕೆಂಬುದು ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ನಿಯಮ, ಅಂದಮೇಲೆ ಇಂಥ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅಣು, ಪರಮಾಣು, ಪರಮಾಣು ಬೀಜ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಬಲ್ಲವೇ ಹೊರತು ಆವಿಷ್ಟಕಾಷ್ಠದಂಥ ಸ್ಥೂಲ ವಸ್ತುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಸಲಾರವು ಎಂದಾಯಿತು. ಇವನ್ನು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಕಂಪಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ ಅಥವಾ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರಲಿ, ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ($೧೦^{೨೧}$) ಇರಲಿ, ಅವಕ್ಕೆಲ್ಲ ಕೆಲವು ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಸರಳರೇಖೆಯಲ್ಲಿ, ಪ್ರಸಾರ ವೇಗ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ, ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೩೦೦,೦೦೦ ಕಿಲೊಮೀಟರ್‌ಗಳು. ಅವೆಲ್ಲ ಪಾಲಿಸುವುದೂ ಒಂದೇ ಪ್ರತಿಫಲನ, ವಕ್ರೀಕರಣ, ವ್ಯತಿಕರಣ, ವಿವರ್ತನ, ಪಾರ್ಶ್ವೀಕರಣ ನಿಯಮಗಳನ್ನು. ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಫಲನವೆಂದರೆ ಪುಟ ಎಗರುವುದು, ವಕ್ರೀಕರಣವೆಂದರೆ ಒಂದು ಮಾಧ್ಯಮದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಾಗ ಬಾಗುವುದು, ವ್ಯತಿಕರಣ

ವೆಂದರೆ ಒಂದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯ ಎರಡು ತರಂಗಗಳು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಡಬಲ್ಲ ಅಥವಾ ಒಂದರ ಕಾಲಿಗೊಂದು ತೊಡರಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಗುಣ, ವಿವರ್ತನವೆಂದರೆ ಒಂದೇ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಅಡಚಣೆ ಬಂದಾಗ ಅದರ ಅಂಚನ್ನು ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಬಾಗಿ ಹೋಗುವುದು, ಪಾರ್ಶ್ವೀಕರಣವೆಂದರೆ ಕಂಪನಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದೇ ತಲದಲ್ಲಿರುವುದು.

ಆಕಾಶಕಾಯಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ವಿವಿಧಾವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳ ತರಂಗಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ವಿವಿಧ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕವಿದಿರುವ ವಾಯುಮಂಡಲ, ಅಯಾಣ್ವಾವರಣಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ತೋರುವಷ್ಟು ಪಾರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲ, ತಿಳಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ಎರಡು ತಂಡಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಸರಾಗವಾಗಿ ತೂರಿಕೊಂಡು ಬರಬಲ್ಲವು. ಮೊದಲನೆಯದು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿಗಳಿಂದ (೪$\times$೧೦[೧೪]) ಏಳೂವರೆ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿಗಳ(೭.೫$\times$೧೦[೧೪])ವರೆಗಿನ ಆವರ್ತಗಳ (ಕೆಂಪಿನಿಂದ ನೇರಿಳೆ ಬಣ್ಣದವರೆಗಿನ) ದೃಶ್ಯತರಂಗಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು; ಎರಡನೆಯದು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೨ ಕೋಟಿಗಳಿಂದ ೩೦೦೦ ಕೋಟಿಗಳವರೆಗಿನ ಆವರ್ತಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳು. ಉಳಿದುವನ್ನೆಲ್ಲ ವಾಯುಮಂಡಲ ಹೀರಿಬಿಡುತ್ತದೆ, ಇಲ್ಲವೆ ಅಯಾಣ್ವಾವರಣ ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಸಾಮ್ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ಈ ಬೆಳಕು ಕಂಡಿ (ದೃಗ್ಗವಾಕ್ಷ) ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೊ ಕಂಡಿ (ವಿಕಿರಣಗವಾಕ್ಷ)ಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳೇನೆಂಬುದನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ನಕ್ಷಾಪಟ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ.



ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ವರ್ಣಪಟಲ

ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳು ತರಂಗದೂರಗಳಿಗೆ ವಿಲೋಮಾನುಪಾತವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದು ಗಮನಕ್ಕೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳತಕ್ಕ ವಿಷಯ. ಬೇರೆಬೇರೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯಾ ತಂಡಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮಾನವೇಂದ್ರಿಯಗಳ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಮಾನವನಿರ್ಮಿತ ಸಾಧನೋಪಕರಣಗಳ ಮೇಲೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಈ ತಂಡಗಳಿಗೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹೆಸರುಗಳನ್ನಿಟ್ಟದ್ದೇವೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ತಂಡದ ಅಂಚುಗಳೂ ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ತಂಡಗಳ ಅಂಚುಗಳೊಳಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಚಾಚಿಹೋಗಿರುವುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿಲ್ಲವಲ್ಲವೆ?

ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು

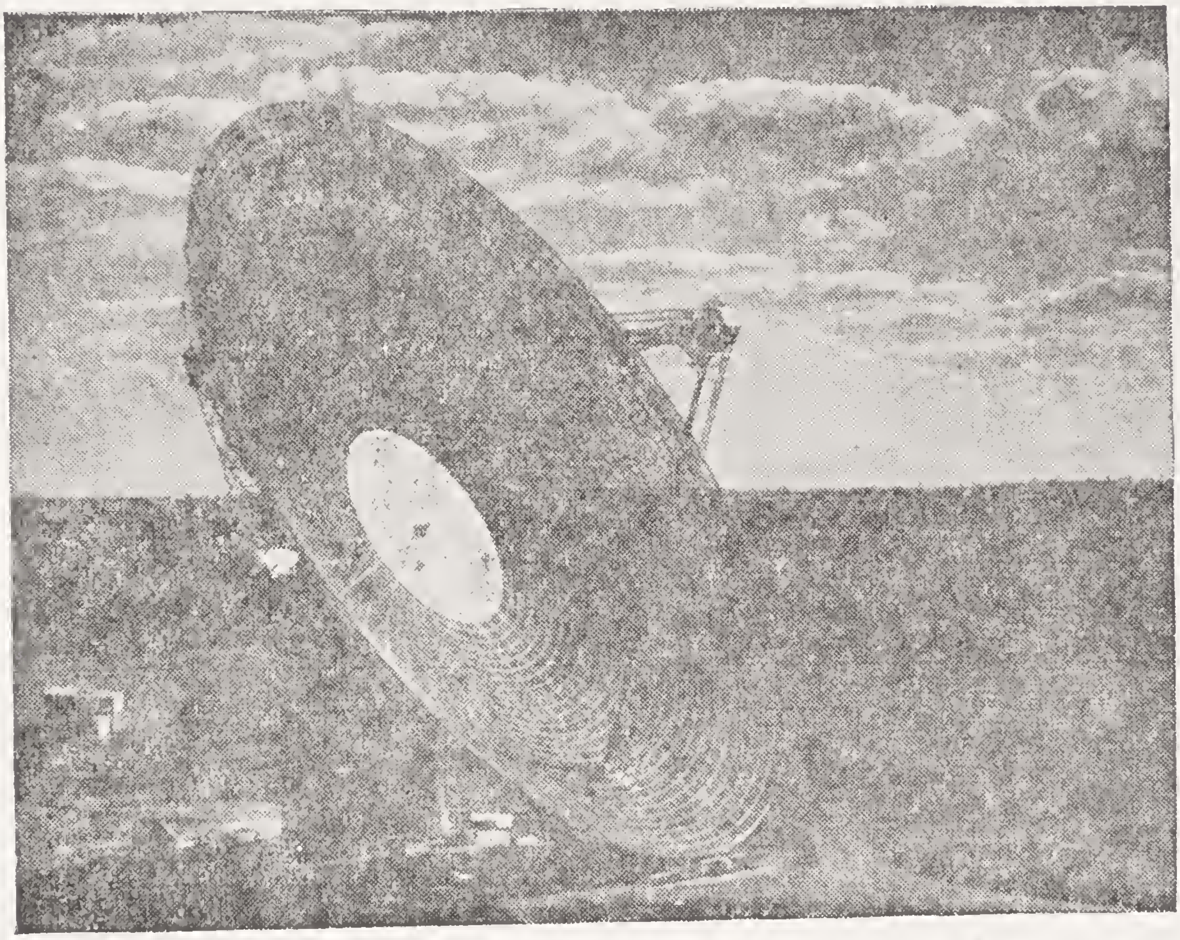
ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಪ್ರಧಾನ ಸಾಧನ ದೂರದರ್ಶಕ. ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕಗಳೆಲ್ಲ ಅವು ದೊಡ್ಡವಾಗಿರಲಿ, ಸಣ್ಣವಾಗಿರಲಿ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದನ್ನೊಂದು ಹೋಲುತ್ತವೆ; ಏಕೆಂದರೆ ದೃಕ್ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘ-ಹ್ರಸ್ವದವುಗಳಿಗಿರುವ ಪ್ರಮಾಣ ಎರಡರಷ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಡಮೆ. ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ವಿಷಯ ಹಾಗಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳಿಗಿರುವ ಪ್ರಮಾಣ ೧ರಿಂದ ೧೫೦೦ರ ವರೆಗೆ. ಇದರಿಂದ ಈ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಆಕಾರ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಮಿಕ್ಕವು ವಿಲಕ್ಷಣವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ; ಇವಕ್ಕೆಲ್ಲ ದೂರದರ್ಶಕ ಎಂದು ಒಂದೇ ಹೆಸರಿಟ್ಟಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅಷ್ಟೇ ವಿಲಕ್ಷಣ ಪ್ರಾಣಿ ಇರಬೇಕೆಂಬ ಭಾವನೆ ನಮಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅವಕ್ಕೆಲ್ಲ ಅವನು ನೇಮಿಸಿರುವ ಕೆಲಸ ಒಂದೇ: ಅದೆಷ್ಟು ದೂರದಿಂದಲಾದರೂ ಸರಿ, ಅವನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಿದ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಬರುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದೊಪ್ಪಿಸುವುದು.

ಈಗಾಗಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಜಾನ್ಸ್ಕಿ ಅವನ ಮೊದಲ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಹಲವು ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ನಾಲ್ಕು ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೊಂದನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ, ಇವುಗಳ ಹಿಂದೆ ಇಂಥವೇ ಇನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಚೌಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಕಟ್ಟಿದನು. ಇಂಥ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ೫ರಿಂದ ೧೫ ಮೀಟರ್ ತರಂಗದೂರಗಳಲ್ಲಿ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತವೆ; ಚೌಕಟ್ಟುಗಳ ತಲಕ್ಕೆ ಸಮಕೋನದ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಇವು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಬಾಣಲೆ (ಪರವಲಯಜದ) ಆಕಾರದ ರೆಬರ್‌ನ ದೂರದರ್ಶಕ ಹಲವು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳ ತರಂಗದೂರದ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾದದ್ದು. ಪರವಲಯಜದ ಅಕ್ಷದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತಿರುವ ಸಮಾನಾಂತರ ಕಿರಣಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಇದು ಅದರ ನಾಭಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಗಮಿಸುತ್ತದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಅಲ್ಲೊಂದು ದ್ವಿಧ್ರುವ ತಂತಿಯನ್ನಿಟ್ಟು, ಅದಕ್ಕೊಂದು ಪುಟ್ಟ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗವರ್ಧಕವನ್ನೂ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಉನ್ನತಿ-ದಿಗಂಶ (ಆಲ್ಟ್ಯಾಸಿಮತ್) ಗತಿಗಳೆರಡನ್ನೂ ಒದಗಿಸಬಲ್ಲ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕ ಯಂತ್ರವನ್ನು ಬಾಣಲೆಯ ಪೀಠಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವುದರಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಉತ್ತರ-ಪೂರ್ವ-ದಕ್ಷಿಣ-ಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿಯೂ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು, ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೇ ಆಗಲಿ ದಿಗಂತದಿಂದ ನೆತ್ತಿಯವರೆಗೂ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು.

ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವ ಗುಣಗಳೆರಡು: ಅವುಗಳ ಸಂವೇದಕತ್ವ ಅಂದರೆ ಅತಿ ಕ್ಷೀಣಶಕ್ತಿಯ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಮತ್ತು ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅಂದರೆ ಹತ್ತಿರ ಹತ್ತಿರದ ಎರಡು ಆಕರಗಳನ್ನು

ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಎರಡಾಗಿಯೆ ಗುರುತಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ. ದೂರದರ್ಶಕದ ವ್ಯೈಯ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ ಸಂವೇದಕತ್ವ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣಕ್ಕಾಗಿಯೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಜೋಡ್ರೆಲ್ ನದೀ ದಂಡೆಯಲ್ಲಿ ೨೫೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ, ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯ ದಲ್ಲಿ ೨೧೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಬಾಣಲೆಗಳು ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿವೆ. ಇವನ್ನು ಯಾವ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ತಿರುಗಿಸುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಅಮೆರಿಕದ ಪಶ್ಚಿಮ ವರ್ಜಿನಿಯಾ



ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ೨೧೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಬಾಣಲೆ ದೂರದರ್ಶಕ (ಪಾರ್ಕ್‌ಸ್)

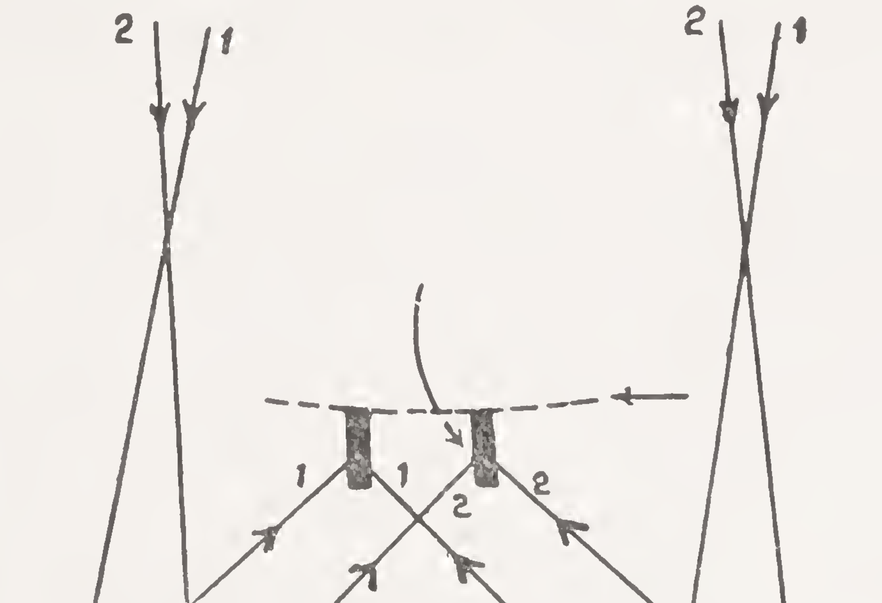
ದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡ ೩೦೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ದೂರದರ್ಶಕವಿದೆ. ಇದನ್ನು ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ಮಾತ್ರ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಆಕಾಶಕಾಯವೂ ಹುಟ್ಟಿ ಮುಳುಗುತ್ತದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ದಿನಕ್ಕೊಂದು ಸಲವಾದರೂ ಯಾವ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರವನ್ನೇ ಆಗಲಿ ಈ ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಅರ್ಧ ಚಾಲನೀ ದೂರದರ್ಶಕವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕ ವೆಸ್ಟಿಂಡೀಸ್‌ನ ಪ್ಯೂರ್ಟೊರಿಕೋ ದ್ವೀಪದ ಅರೆಸಿಬೊದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಪಟ್ಟಣದ ಮಗ್ಗುಲಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಲೋಕದ ನೆಲದ ನೋಟವನ್ನು ನೆನಪಿಗೆ ತರುವಂಥ ಗುಡ್ಡ ಕೋಡು ಕಣಿವೆ ಕಮರಿಗಳಿಂದ ಕಿಕ್ಕಿರಿದ ರುದ್ರಸುಂದರ ಬೆಂಗಾಡಿದೆ. ಇದರ ಕಣಿವೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ೧೦೦೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಒಂದು ಗುಳಿ ಇದೆ. ಹೇಳಿಮಾಡಿಸಿದ ಗುಂಡು ಬಾಣಲೆಯಂತಿರುವ ಈ ಗುಳಿಯ ತಳಕ್ಕೆ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಹೆಣೆದ ಜರಡಿಯನ್ನು ಹಾಸಿ ರೇಡಿಯೊ



ಆರೆಸಿಬೊ ಬಾಣಲೆ, ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲೆಲ್ಲ ದೊಡ್ಡ ದೂರದರ್ಶಕ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಖಗೋಳಜ್ಞ ಇದರ ಚೊಕ್ಕ ಆಕಾರದ ಪೂರ್ಣಪ್ರಯೋಜನ ಪಡೆದಿದ್ದಾನೆ. ಆದರೆ ಈ ದೈತ್ಯ ದೂರದರ್ಶಕ ಅಚಲವಾಗಿ ನೆಲದಮೇಲೆ ಮಲಗಿರುವುದರಿಂದ ಊರ್ಧ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಇದು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲದು. ಈ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೋಗಲಾಡಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಕಮರಿಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ



ಆರೆಸಿಬೋದ ಅಚಲ ಬಾಣಲೆಯಿಂದ ೨೦°ಗಳ ಅಂತರದ
ಆಕಾಶ ಪ್ರಾಂತವನ್ನು ಶೋಧಿಸುವ ಸಾಧನ

ರುವ ದಿಬ್ಬಗಳ ಮೇಲೆ ಮೂರು ಗೋಪುರಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿ ಅವುಗಳ ಮೇಲ್ತುದಿಗಳಿಂದ ಉಕ್ಕಿನ ಹಗ್ಗಗಳನ್ನೆಳೆದು ಮಧ್ಯೆ ಸೇರಿಸಿ ಆ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಒಂದು ತೊಟ್ಟಿಲನ್ನು ಬಾಣಲೆಯ ತಳದಿಂದ ಸುಮಾರು ೫೦೦ ಅಡಿಗಳ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ನಿಂತು ತೇಲುವಂತೆ ಹಗ್ಗಗಳಿಗೆ ಬಿಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ತೊಟ್ಟಿಲಿನಿಂದ ಇಳಿಯಬಿಟ್ಟಿರುವ ಗ್ರಾಹಕ ತಂತಿಯನ್ನು ನಿಮ್ನದರ್ಪಣ–ದೂರದರ್ಶಕದ ಸಂಗಮತಲದಲ್ಲಿ (ಫೋಕಲ್ ಪ್ಲೇನಿನಲ್ಲಿ) ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಸರಿಸಬಹುದು. ಆಗ ಊರ್ಧ್ವ ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಸುಮಾರು ೨೦°ಗಳ ಅಂತರದ ಆಕಾಶಪ್ರಾಂತವನ್ನು ಅಂದರೆ ಕಾಂತಿವೃತ್ತ, ವಿಷುವದ್ವೃತ್ತಗಳ ಅಕ್ಕ ಪಕ್ಕಗಳ ಆಕಾಶವನ್ನೆಲ್ಲ ದೂರದರ್ಶಕ ಶೋಧಿಸಬಲ್ಲದಾಗುತ್ತದೆ.

ಇನ್ನು ದೃಕ್ಸಾಧನಗಳ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣದ ಮಾತು. ಸಾಧನ ಹಿಡಿಯುತ್ತಿರುವ ವಿಕಿರಣಗಳ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ದೊಡ್ಡದಾದಷ್ಟೂ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಪಾಲೊಮಾರ್ ಶಿಖರದ ದೈತ್ಯ ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕದ ೨೦೦ ಅಂಗುಲ (೫೦೦ ಸೆಮೀ.) ವ್ಯಾಸವು ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ದೂರಕ್ಕಿಂತ ಒಂದು ಕೋಟಿಯಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದು. ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ ಇದಕ್ಕೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಯಾಗಿ ನಿಲ್ಲಬೇಕಾದರೆ ಅದರ ವ್ಯಾಸ ೧೦,೦೦೦ ಕಿ.ಮೀ. ಅಂದರೆ ಭೂಮಿಯ ತ್ರಿಜ್ಯಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ, ತರಂಗದೂರ ೧ ಮೀಟರೆಂದಿಟ್ಟು ಕೊಂಡರೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಂವೇದಕತ್ವದಲ್ಲಿ ದೃಕ್ಸಾಧನಗಳೊಂದಿಗೆ ರೇಡಿಯೊ ಸಾಧನಗಳು ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ಸ್ಪರ್ಧಿಸಬಲ್ಲವಾದರೂ, ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣದ ಮಾತು ಬಂದಾಗ ಸೋಲನ್ನೊಪ್ಪಿಕೊಳ್ಳಲೇಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೂ ವ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ಉದ್ದ ಮಾತ್ರ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರಬೇಕಾದ್ದರಿಂದ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನು ಅತಿಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿಸದೆ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಹಲವು ಉಪಾಯಗಳನ್ನು ಖಗೋಳಜ್ಞರು ಹುಡುಕಿದ್ದಾರೆ.

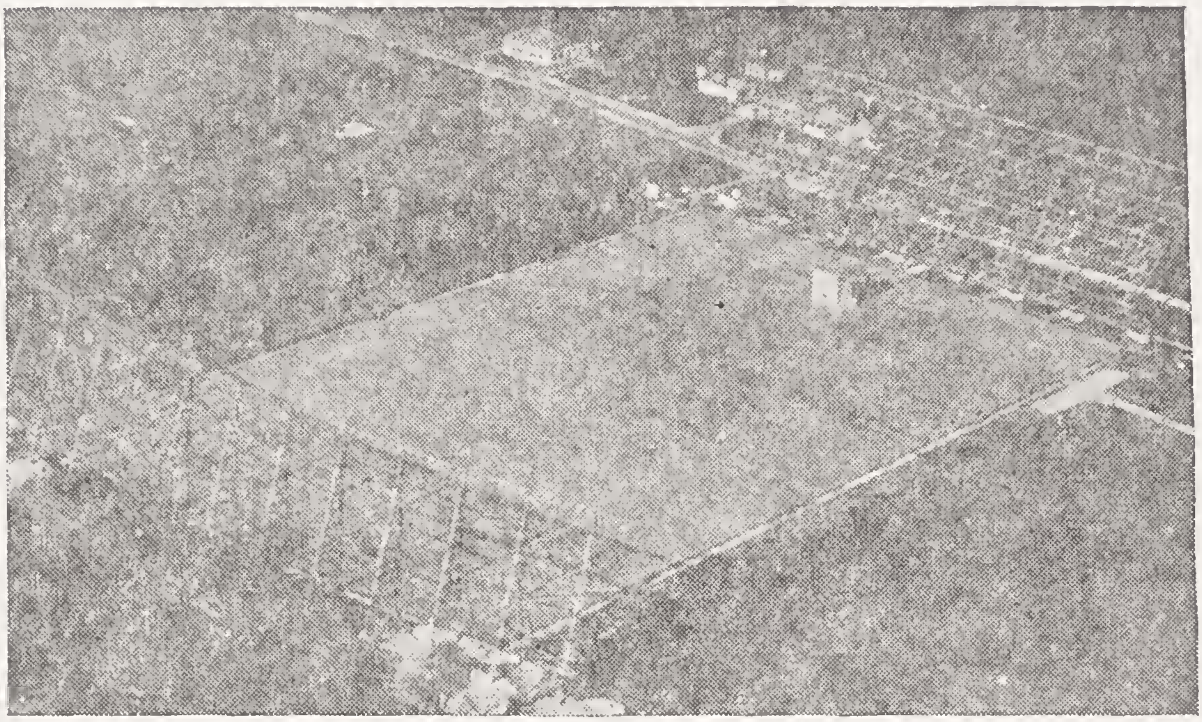
ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ಪ್ರಪಾತ ವ್ಯತಿಕರಣ ಮಾಪಕ (ಕ್ಲಿಫ್ ಇಂಟರ್ ಫಿರಾಮಿಟರ್) ಮೊದಲು ಆಚರಣೆಗೆ ಬಂದದ್ದು. ಸಮುದ್ರತೀರದಲ್ಲಿರುವ ಗುಡ್ಡದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪೂರ್ವದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ತಿರುಗಿಸಿಟ್ಟಿದ್ದರೆ, ಯಾವುದಾದರೂ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ ಆಗತಾನೆ ಹುಟ್ಟಿ ಮೇಲೇಳುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರಿಂದ ಹೊರಟ ತರಂಗಗಳು ನೇರವಾಗಿ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ, ನೀರಿನ ತಲದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಗೊಂಡೂ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಇವೆರಡು ತರಂಗಗಳೂ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಹೆಜ್ಜೆ ಇಡುತ್ತಿದ್ದರೆ ಸಂಕೇತದ ಶಕ್ತಿ ಇಮ್ಮಡಿಯಾಗುತ್ತದೆ; ಹಾಗಲ್ಲದೆ ಒಂದು ತರಂಗದ ಏರು ಇನ್ನೊಂದರ ಇಳಿತದೊಂದಿಗೆ ಕೂಡಿದಾಗ ಸಂಕೇತದ ಶಕ್ತಿ ಇಳಿದುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆಕರ ದಿಗಂತದಿಂದ ಏರುತ್ತಿದ್ದಂತೆಲ್ಲ ಈ ನೇರಮಾರ್ಗ, ಪ್ರತಿಫಲನ ಮಾರ್ಗಗಳ ನಡುವಣ ದೂರ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಸಂಕೇತದ ಶಕ್ತಿ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಏರುತ್ತ

ಇಳಿಯುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಈ ಏರಿಳಿತಗಳ ಆರಂಭ ಕಾಣಿಸುವ ಕ್ಷಣವೇ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರದ ಉದಯಕಾಲ. ವ್ಯತಿಕರಣ ಮಾಪಕವನ್ನು ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಅಸ್ತಕಾಲವನ್ನೂ ಹೀಗೆಯೆ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಇವೆರಡರ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯಿಂದ ಆಕರದ ನಿಖರವಾದ ಖಗೋಳೀಯ ಅಕ್ಷಾಂಶ ರೇಖಾಂಶಗಳನ್ನು ಗುಣಿಸಬಹುದು. ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮ ಸಮುದ್ರಗಳ ಸಂಗಮಸ್ಥಾನವಾದ ಕನ್ಯಾಕುಮಾರಿಯ ಬಂಡೆ ಇಂಥ ಪ್ರಪಾತ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮವಾದ ಸ್ಥಳ.

ಸಮುದ್ರತೀರದ ಬಂಡೆ ಸಿಗದಿದ್ದರೆ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕವೂ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಇದರಿಂದಂದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಎರಡು ದೂರದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಅವೆರಡನ್ನೂ ಒಂದೇ ಆಕರದ ಕಡೆಗೆ ತಿರುಗಿಸಿ ಅವು ಹಿಡಿದ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಗ್ರಾಹಕಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿದರೆ ವ್ಯತಿಕರಣದ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಮೂಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಆಕರದ ಸ್ಥಾನ ನಿರ್ಣಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದರಿಂದೊಂದು ೧೦೦೦ ಅಡಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿರುವ ೨೭–ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಪರವಲಯಜ ಯುಗ್ಮವೂ, ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯದ ಓವೆನ್ಸ್ ಕಣಿವೆಯ ೯೦ ಅಡಿಗಳ ಪರವಲಯಜ ಯುಗ್ಮವೂ ಇಂಥ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು. ಸೋವಿಯತ್ ರಷ್ಯದವರು ಇದೇ ತತ್ತ್ವವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿ ೨೭ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಪರವಲಯಾಕಾರಕ್ಕೆ ಬಗ್ಗಿಸಿ ಅವನ್ನು ಸಾಲುಗೋಪುರಗಳ ಮೇಲೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಒಂದೊಂದು ಪರವಲಯಕ ತಂತಿಗೂ ಊರ್ಧ್ವಾಕ್ಷದ ಇನ್ನೊಂದು ನೇರ ತಂತಿಯನ್ನು ಬಿಗಿಸಿ ೧ ಕಿಲೋಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ದೂರದರ್ಶಕ ಪಂಕ್ತಿಯನ್ನು ಕಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಆಕಾಶಕ್ಕೆ ಬಾಣವೇರಿಸಿರುವ ದೈತ್ಯ ಧನುರ್ಧಾರೀ ಯೋಧರ ಪಡೆಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಇದು.

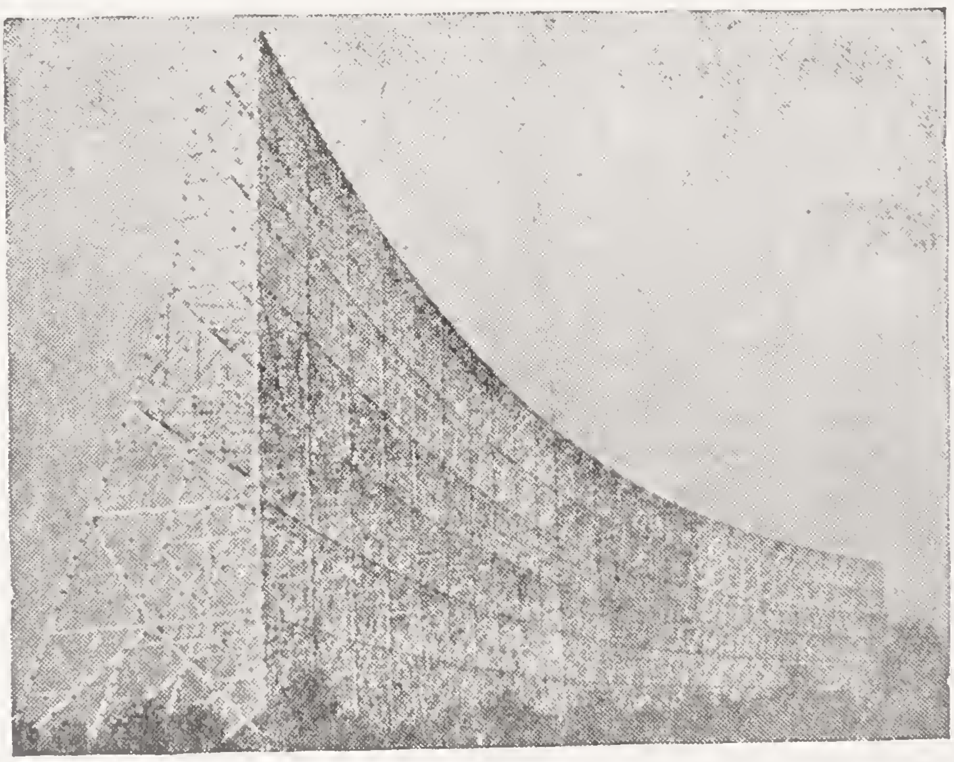
ಸಂವೇದಕತ್ವ, ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳೆರಡನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಒಹೈಯೊ ಸಂಸ್ಥಾನದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಕ್ರೌಸ್ ಹೊಚ್ಚ ಹೊಸ ಕಲ್ಪನೆಯ ದೂರದರ್ಶಕವೊಂದನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಮೂರು ಎಕರೆ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ಚಪ್ಪಟೆ ನೆಲಕ್ಕೆ ಲೋಹದ ಚಾಪೆಯನ್ನು ಹಾಸಿ ಅದರ ಒಂದು ಅಗಲದ ೩೬೦ ಅಡಿ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಹೆಣೆದಿರುವ ಪರವಲಯಜಾಕಾರದ ಬೇಲಿಯನ್ನು ಆತ ನೆಟ್ಟಗೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಎದುರು ಅಗಲದುದ್ದಕ್ಕೂ ಹಾಗೆಯೇ ತಂತಿಗಳಿಂದ ಹೆಣೆದಿರುವ, ಆದರೆ ಚಪ್ಪಟೆಯಾಗಿರುವ ಬೇಲಿಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾನೆ ; ಈ ಬೇಲಿಯನ್ನು ಅಕ್ಕಪಕ್ಕಗಳಿಗೆ ಓಲಿಸಬಹುದು, ಚಪ್ಪಟೆ ಬೇಲಿಯ ಎದುರಿಗೆ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವ ಶೃಂಗ, ಗ್ರಾಹಕಗಳಿವೆ. ರೇಡಿಯೊ ಆಕರದ ಉನ್ನತಿಕೋನಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಚಪ್ಪಟೆ ಬೇಲಿಯನ್ನು ಓಲಿಸಿ ಆಕರ ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪರವಲಯಜಾಕಾರದ ಇದಿರು ಬೇಲಿಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಬಹುದು. ಈ ಬೇಲಿ ಆ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅದರ ಸಂಗಮಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿಟ್ಟಿರುವ ಶೃಂಗಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುತ್ತದೆ.

ಬೇಲಿಯ ೩೬೦ ಅಡಿ ಅಗಲವನ್ನು ೭೨೦ ಅಡಿಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಯೋಜನೆಯೂ ಇದೆ.

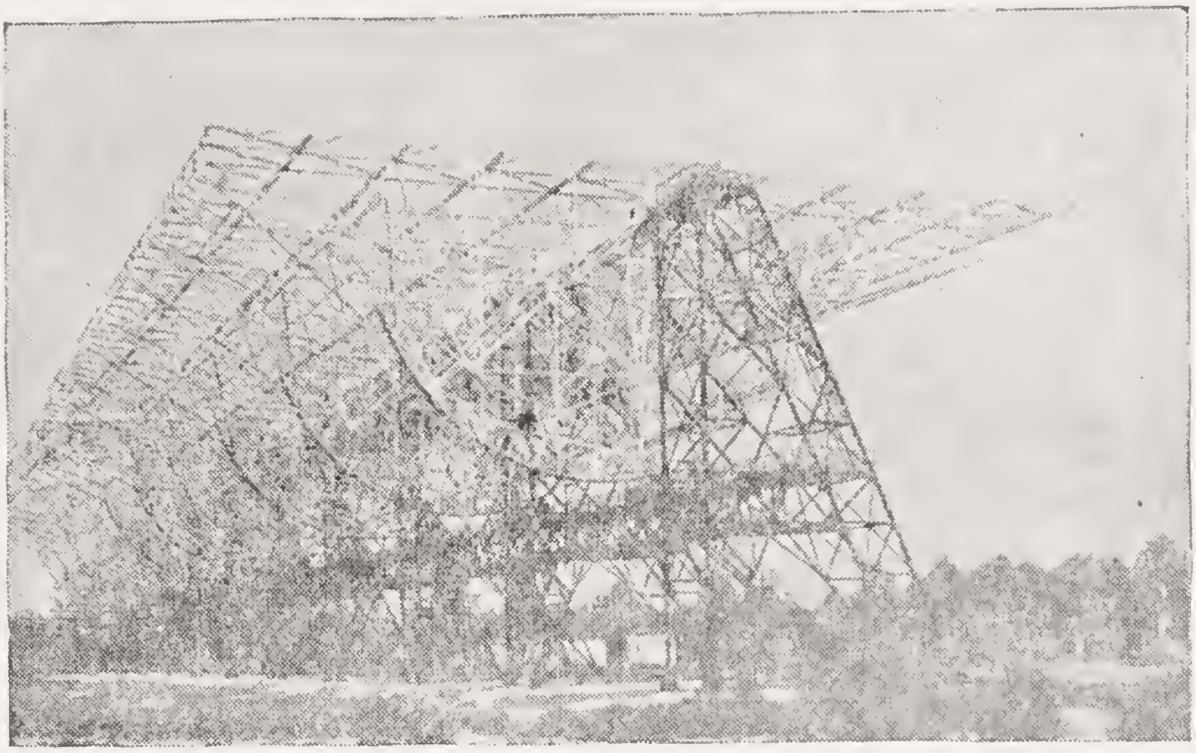


ಕ್ರೌಸ್‌ನ ಟೆನಿಸ್ ಕೋರ್ಟ್ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಕ್ರೌಸ್‌ನ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನೆ ಮಾದರಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಫ್ರಾನ್ಸಿನ ನಾನ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡದೊಂದನ್ನು ಕಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನೆಟ್ಟಿರುವ ಅದರ ವರ್ತುಲ—ಪರವಲಯಜವಲ್ಲ—ಬೇಲಿಯ ಉದ್ದ ೩೦೦ ಮೀಟರ್‌ಗಳು (೧೦೦೦



ಕ್ರೌಸ್ ಮಾದರಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿದ ನಾನ್ಸೆ ದೂರದರ್ಶಕದ ವರ್ತುಲ ಬೇಲಿ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)



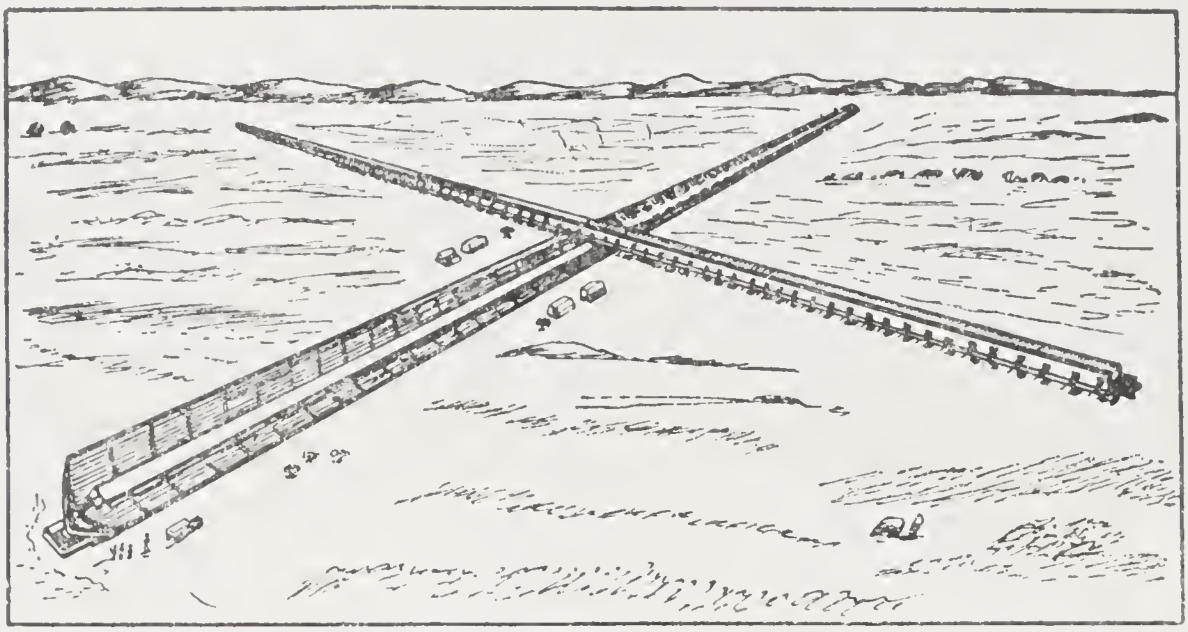
ಆದೇ ದೂರದರ್ಶಕದ ಓಲಿಸಬಲ್ಲ ಜಲಬೇಲಿ (ಮಂಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಅಡಿ), ಎತ್ತರ ೩೫ ಮೀ. ಅದರೆದುರಿಗೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿರುವ ಓಲಾಡಿಸಬಲ್ಲ ಚಪ್ಪಟೆ ಬೇಲಿಯ ಉದ್ದ ೨೦೦ ಮೀ., ಎತ್ತರ ೪೦ ಮೀ.

ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣಾಧಿಕ್ಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸುವುದಕ್ಕುಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ಉಪಾಯ "ತುಂಬಿಲ್ಲದ ಕಂಡಿಗಳದು; ಅವ್ಯಕ್ತ ಛಿದ್ರಗಳದು." ಇದನ್ನು ಮೊದಲು ಆಚರಣೆಗೆ ತಂದವನು ಸಿಡ್ನಿಯ ಮಿಲ್ಸ್, ೧೯೬೩ರಲ್ಲಿ. ೧೫೦೦ ಅಡಿ ಉದ್ದದ, ಸುಮಾರು ೨೦ ಅಡಿ ಅಗಲದ ತಂತೀ ಬಲೆಯನ್ನು ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿ ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಐದಾರಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಹಾಸುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಊರ್ಧ್ವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿ ೫೦° ಅಂತರದೊಳಗಿನ, ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರವಾಗಿ ಅರ್ಧ ಡಿಗ್ರಿಯೊಳಗೆ ಮಾತ್ರ ಇರುವ, ಆಕರಗಳಿಂದ ಬರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ೧೫೦೦ ಅಡಿ ಉದ್ದದ ಇಂಥದೇ ಇನ್ನೊಂದು ತಂತೀ ಬಲೆಯನ್ನು ಹಾಸುತ್ತಾರೆ. ಇವೆರಡೂ ಕೂಡಿ ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿಯಾಗಲಿ, ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿಯಾಗಲಿ ಮುಕ್ಕಾಲೇ ಡಿಗ್ರಿಯೊಳಗಿನ ಆಕರಗಳಿಂದ ಬರುವ ಕಿರಣಗಳ ತೆಳು ಸೀಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲವಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದೊಂದು ಅಡ್ಡಪಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿಯೂ ೫೦೦ ತರಂಗಾರ್ಧ ದ್ವಿಧ್ರುವಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವಕ್ಕುಣಿಸುವ ಆಕಾಶಸಂಕೇತಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆ (ಫೇಸ್)ಗಳನ್ನು ಅತ್ತ ಇತ್ತ ಸರಿಸಿ ಈ ಅಚಲ ದೂರದರ್ಶಕವೂ ವಿವಿಧ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಕಿರಣಕಾಷ್ಠಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಬಹುದು.

ಈ ಅಡ್ಡಪಟ್ಟೆಗಳ ಅಥವಾ ಕ್ರೂಶ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಮಿಲ್ಸ್‌ನೇ ಇನ್ನೊಂದು ಉತ್ತಮ ರೂಪ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಅದೂ ಸಿಡ್ನಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತ

ವಾಗಿದೆ. ಅದರ ಒಂದೊಂದು ಬಾಹುವಿನ ಉದ್ದವೂ ೧ ಮೈಲಿ. ಅವನ್ನು ತಂತೀ ಬಲೆಯಿಂದ ಹೆಣೆದಿರುವುದರ ಬದಲು ೪೦ ಅಡಿ ಅಗಲದ ಪರವಲಯಾಕಾರದ ಪ್ರತಿ ಫಲಕ ದೋಣಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿದೆ. ಪೂರ್ವ ಪಶ್ಚಿಮದ ದೋಣಿಯನ್ನು



ಮಿಲ್ಸ್ ಕ್ರೂಶ ದೂರದರ್ಶಕ

ಅದರ ಊರ್ಧ್ವಾಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗಿಸಿಯೂ, ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ನೆಟ್ಟಿರುವ ದಕ್ಷಿಣೋತ್ತರದ ದೋಣಿಯ ಉಣಿಸುತಂತಿಗಳಿಗೆ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪಲ್ಲಟಿಸಿಯೂ ದೂರದರ್ಶಕವು ಆಕಾಶದ ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥಿಸಬಹುದು.

ಈ ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಸಂವೇದಕತ್ವವು ಬಾಹುಗಳ ವಿಸ್ತೀರ್ಣವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದರೂ, ಅವುಗಳ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣವು ಚೌಕವನ್ನೆಲ್ಲ ತುಂಬಿದ್ದ ದೂರದರ್ಶಕದ್ದಕ್ಕೇ ಸಮನಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ಇದಕ್ಕೆ ತುಂಬಿಲ್ಲದ ಕಂಡಿಗಳ ವಿಧಾನವೆಂದು ಹೆಸರು ಬಂದಿರುವುದು.

ಸ್ಟಾನ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಬ್ರೇಸ್‌ವೆಲ್ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪರು ಕ್ರೂಶಬಾಹುಗಳನ್ನು ಬೇರೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರಚಿಸಿ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕವನ್ನು ಕಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇವರು ಒಂದೊಂದು ಬಾಹುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ೧೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ೧೬ ಪರವಲಯಜ ಬೋಗುಣಿಗಳನ್ನು ಇಪ್ಪತ್ತಡಿಗೊಂದೊಂದರಂತೆ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ೩೨ ಬೋಗುಣಿಗಳ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೩೦೦ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ತುಂಬ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬೋಗುಣಿಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ಉನ್ನತಿಕೋನಗಳಿಗೂ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು.



ಬ್ರೇಸ್‌ವೆಲ್ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ದೀರ್ಘತರ ತರಂಗಗಳಿಗೆ (ಒಂದೂವರೆ ಮೀಟರ್‌ಗೆ ಅಥವಾ ೧೫ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳವಕ್ಕೆ) ಅನ್ವಯಿಸಿ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್‌ನಲ್ಲಿ ಪರವಲಯುಕ ತಂತೀ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದರ ೧೪೫೦ ಅಡಿ ಉದ್ದದ, ೬೫ ಅಡಿ ಅಗಲದ ಬಾಹುವಿನಲ್ಲಿ ಪರವಲಯಾಕಾರಕ್ಕೆ ಬಗ್ಗಿಸಿದ ೩೪ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಪರವಲಯುಗಳನ್ನು ದಿಗಂತದಿಂದ ನೆತ್ತಿಯವರೆಗೆ ಓಲಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಾಲಿನ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಉತ್ತರಾಭಿಮುಖವಾಗಿ ಇವಕ್ಕಿಂತ ಸಣ್ಣಗಾತ್ರದ ಪರವಲಯಾಕಾರದ (ಧನುರ್ಬಾಣಾಕಾರದ) ೬ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ (⊥) ನಿಲ್ಲಿಸಿದೆ. ಈ ಸಾಲನ್ನು ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ೧೦೦೦ ಅಡಿಗಳ ದೂರ ಕಂಬಿಯ ಮೇಲೆ ಸಾಗಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಸಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ದೂರದರ್ಶಕ ಹಿಡಿದ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಗಣಕಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ಕಳಿಸಿ ಆಕರಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಛಿದ್ರ ಸಂಶ್ಲೇಷಣ (ಅಪರ್‌ಚರ್ ಸಿಂತೆಸಿಸ್) ವಿಧಾನವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿ ತೋರುವ ದೂರದರ್ಶಕವೂ ಒಂದಿದೆ. ಇದು ಒಹೈಯೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸ್ವತ್ತು. ಪೂರ್ವಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿ ೧೬೦ ಅಡಿ ಉದ್ದದ, ೨೨ ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಉಕ್ಕಿನ ಫಲಕದ ಮೇಲೆ ಬಿರಟೆ ತೆಗೆಯುವುದಕ್ಕುಪಯೋಗಿಸುವ ತಿರುಪನ್ನು ಹೋಲುವ ತಂತೀ ಸುರುಳಿಗಳು ೯೬ನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿಯೂ ೧೧ ಸುತ್ತುಗಳಿವೆ. ಫಲಕವನ್ನು ಅದರ ದೀರ್ಘಾಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗಿಸಬಹುದು. ಇದರ ನಿರ್ಮಾತೃವೂ ಕ್ರೌಸ್.

ಕಡೆಯದಾಗಿ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸೂಜಿ ಮೊನೆಗಿಂತ ಕಿರಿದಾದ ಬಿಂದುವಿಗೆ ನಿರ್ದೇಶಿಸಬಲ್ಲ ವಿಧಾನವೂ ಒಂದಿದೆ. ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ ಚಂದ್ರಪಥದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದನ್ನು ಚಂದ್ರಬಿಂಬದ ಅಂಚು ಮರೆಮಾಡಿದ ಕ್ಷಣವನ್ನೂ ಆಮೇಲೆ ಚಂದ್ರಬಿಂಬದ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಚಿನಿಂದ ಅದು ಹೊರಬಿದ್ದ ಕ್ಷಣವನ್ನೂ ಅದು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಗಳು ಅಳಿಸಿಹೋದದ್ದನ್ನೂ ತಿರುಗಿ ಬರಲಾರಂಭಿಸಿದ್ದನ್ನೂ ಗಮನಿಸಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಈ ಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸರಿಯಾದ ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನ ಗೊತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಆಕರದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಒಂದು ಕೋನ ಸೆಕೆಂಡಿಗಿಂತ (೧/೩೬೦೦

ಡಿಗ್ರಿಗಿಂತ) ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾದವಿಲ್ಲದೆ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು. ಈ ಚಾಂದ್ರಚ್ಛಾದನ ವಿಧಾನ ಚಂದ್ರ ಪಥದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಆಕರಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಅನ್ವಯಿಸಬಲ್ಲದೆಂಬುದೇ ಇದಕ್ಕಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಕೊರತೆ.



ಒಹೈಯೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ತಿರುಪುಗಳ ದೂರದರ್ಶಕ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಈಗ ಇಷ್ಟೆಲ್ಲ ಆಕಾರ ಗಾತ್ರಗಳ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಆಕಾಶವನ್ನು ತಡಕಾಡಿದ್ದರಿಂದ ನಮಗೆ ಹೊಸದಾಗಿ ಕಂಡಿರುವುದೇನೆಂದು ವಿಮರ್ಶಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ದೃಕ್ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ನಮಗೆ ತೋರಿಸಿರುವ ವಿಶ್ವದ ಚಿತ್ರವೆಂಥದೆಂದು ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಲ್ಲವೆ.

ದೃಕ್ ಖಗೋಳಜ್ಞಾನ ವಿಶ್ವ

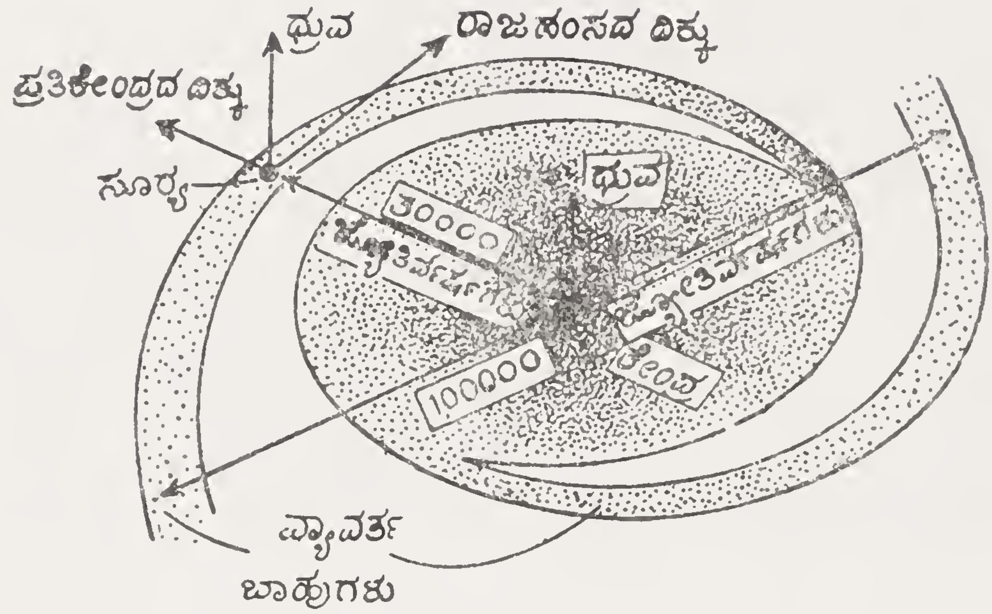
ಮೊದಲು ನಮ್ಮ ವಾಸಸ್ಥಾನ ಭೂಮಿ. ಇದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ೮೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ವ್ಯಾಸದ ಒಂದು ಗೋಳ, ಇದರ ಭಾರ ೬ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ (೬×೧೦^೨೧) ಟನ್‌ಗಳು; ಇದಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರದ ಆಕಾಶಕಾಯ ನಮ್ಮ ಚಂದ್ರ; ಇದರ ವ್ಯಾಸ ೨೧೦೦ ಮೈಲಿಗಳು, ಇದು ೨೪೦,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಉಪಗ್ರಹ. ತನ್ನನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಚಂದ್ರನನ್ನೂ ಕಟ್ಟಿಕೊಂಡು ಭೂಮಿ ತನ್ನಿಂದ ೯೩,೦೦೦,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ (೧೫ ಕೋಟಿ ಕಿಮೀ.ಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ೩೬೫¼ ದಿನಗಳಿಗೊಂದು ಸಾರಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಹಾಕುತ್ತಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸ ಭೂಮಿಯದರ ೧೦೮ರಷ್ಟು, ಭಾರ ೩,೩೩,೦೦೦ದಷ್ಟು. ಭೂಮಿಯಂತೆಯೇ ಬುಧ, ಶುಕ್ರಗಳು ಭೂಪಥದೊಳಗಡೆಯೂ ಕುಜ, ಕ್ಷುದ್ರಗ್ರಹಗಳು, ಗುರು, ಶನಿ, ಯುರಾನಸ್, ನೆಪ್ಚ್ಯೂನ್, ಪ್ಲೂಟೋಗಳು ಭೂಪಥದ ಹೊರಗಡೆಯೂ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಸುತ್ತುಹಾಕುತ್ತಿವೆ. ಪ್ಲೂಟೋ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗಿಂತ ಸುಮಾರು

೪೦ರಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದುಕೊಂಡು ೨೫೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದು ಸಲದಂತೆ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿದೆ. ಈ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲದೆ ಸಾವಿರಾರು ಧೂಮಕೇತುಗಳು ದೀರ್ಘ ವೃತ್ತ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಹಲವು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದು ಸುತ್ತಿನಂತೆ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಹಾದಿ ತುಳಿಯುತ್ತಿವೆ. ಇದು ನಮ್ಮ ಸೌರವ್ಯೂಹ. ಕೊಸರಿಗಿಷ್ಟಿರಲಿ ಎಂಬಂತೆ ಅತಿ ವಿರಳವಾಗಿ ಅನಿಲಾಣುಗಳೂ ಧೂಳಿನ ಕಣಗಳೂ ಸೌರವ್ಯೂಹದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹಂಚಿಹೋಗಿವೆ.

ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ಸಾವಿರಾರು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂಥ ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರ ಈ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ. ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಬಹಳ ಹತ್ತಿರವಿರುವುದರಿಂದ ಅವಕ್ಕಿಂತ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ, ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಿದೆ ಅಷ್ಟೆ. ನಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ ದಕ್ಷಿಣಾಕಾಶದ ಕಿನ್ನರಪ್ರಥಮ, ನಮ್ಮಿಂದ ೪೦ ಲಕ್ಷ ಕೋಟಿ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ತಲೆ ಚಿಟ್ಟು ಹಿಡಿಯುತ್ತದಲ್ಲವೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೆ ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ದೂರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಖಗೋಳಜ್ಞ ಇನ್ನೊಂದು ಅನುಕೂಲವಾದ ಮಾನವನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾನೆ. ಬೆಳಕು ಸೆಕೆಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಮೂರು ಲಕ್ಷ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿಹೋಗುವ ದೂರವೇ ಈ ಮಾನ. ಇದಕ್ಕೆ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಮಾನದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಕಿನ್ನರ ಪ್ರಥಮದ ದೂರ ೪.೩ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ ಗಳು. ಸೂರ್ಯನಿಂದ ೧೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ಗೋಳಾವಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೨ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿವೆ. ಅಂದರೆ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸರಾಸರಿ ಸಾಂದ್ರತೆ ೧೩೫ ಘನ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ ಗಳಿಗೊಂದು ಎಂದಾಯಿತು.

ಈ ಸಾಂದ್ರತೆಯಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶ್ವವನ್ನೆಲ್ಲ ವ್ಯಾಪಿಸಿಲ್ಲ. ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವ, ನಮ್ಮ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ಹಿಂಜಿದ ಹತ್ತಿಯಂತೆ ತೋರುವ ಅಥವಾ ಚೆಲ್ಲಿದ ಹಾಲಿನಂತೆ ಹರಿದು ಆಕಾಶ ವನ್ನೆರಡು ಭಾಗವಾಗಿ ಮಾಡಿರುವ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗೆ ಸೇರಿವೆ. ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಆಕಾರ ದಲ್ಲಿ ದೋಸೆಯಂತೆ ಅಥವಾ ಒಂದರಮೇಲೊಂದು ಮುಚ್ಚಿರುವ ತಾಳದಂತೆ ಇದೆ, ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ದಪ್ಪನಾಗಿ, ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ತೆಳ್ಳಗೆ. ಇದರ ವ್ಯಾಸ ಒಂದು ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷ ಗಳು. ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಇದರ ದಪ್ಪ ೧೦,೦೦೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳು. ಮಧ್ಯಭಾಗದಿಂದ ಎರಡು ಬಾಹುಗಳು ಚಾಚಿ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡಿವೆ. ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯ ಇವುಗಳಲ್ಲೊಂದು ಬಾಹುವಿನಲ್ಲಿ, ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ೩೦,೦೦೦ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದಾನೆ. ಈ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಂತೆ ಸೂರ್ಯನೂ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ೩೦ ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದಾವರ್ತಿ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಇಂಥ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆ ಗಳು ಇದುವರೆಗಾಗಲೆ ೨೫ ಆದರೂ ಮುಗಿದಿರಬೇಕು. ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸೂರ್ಯನಂಥ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು $೧೦^{೧೧}$ ಇವೆ. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ

ಗಳೂ, ಕಾಳಮೋಘಗಳೂ ಇವೆ. ದೋಸೆಯಾಕಾರದ ಈ ನಕ್ಷತ್ರನಗರದ ಹೊರಗೆ ೧ ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ವ್ಯಾಸದ ಗೋಳದೊಳಗೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗೋಳ ಗುಚ್ಛಗಳು ಅಲ್ಲೊಂದು ಇಲ್ಲೊಂದು ಬಿಡಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಹರಡಿವೆ. ಇವೂ ಆಕಾಶ ಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸುತ್ತಿಹಾಕುತ್ತಿವೆ. ಇದು ನಮ್ಮ ಸ್ಥಳೀಯ ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡ, ನಮ್ಮ ಸ್ಥಳೀಯ ನೀಹಾರಕ.



ವ್ಯಾವರ್ತ ನೀಹಾರಕದ ಮಾದರಿ ನಕ್ಷೆ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಇದರಿಂದಾಚೆ ಏನಿದೆ? ಉತ್ತರಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರಾಭಾದ್ರ ನಕ್ಷತ್ರದಿಂದ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ದ್ರೌಪದೀ (ಆಂಡ್ರಾಮಿಡ) ರಾಶಿ ಹಬ್ಬಿದೆ. ಇದರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೆಲ್ಲ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಗೇ ಸೇರಿವೆ. ಆದರೆ ಇದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಎಲ್ಲೆಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬಹಳದೂರ ಹೋದರೆ, ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ನಿರ್ನಕ್ಷತ್ರಾಕಾಶವನ್ನು ದಾಟಿದರೆ, ಇನ್ನೊಂದು ನೀಹಾರಕ, ನಕ್ಷತ್ರನಗರ ಸಿಕ್ಕು ತ್ತದೆ. ಇದು ಸುಮಾರಾಗಿ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಸುಮಾರು $೧೦^{೧೧}$ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಈ ನೀಹಾರಕ ಬರಿಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅತಿ ಕ್ಷೀಣ ಕಾಂತಿಯ ಒಂದು ನಕ್ಷತ್ರದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ, ಅದೂ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣು ಚುರುಕಾಗಿದ್ದರೆ. ದೂರದರ್ಶಕದಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಇದು ಲಕ್ಷಾಂತರ, ಕೋಟ್ಯಂತರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಾಗಿ ಒಡೆದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಈ ನೀಹಾರಕದ ವ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು ಒಂದೂವರೆ ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳೆಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ. ಇದೂ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಂತೆ ವ್ಯಾವರ್ತನೀಹಾರಕ (ಸ್ಪೈರಲ್ ಗ್ಯಾಲಾಕ್ಸಿ), ಬಾಹುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಸಿಂಬೆ ಯಾಕಾರದ ನಕ್ಷತ್ರ ಮಹಾನಗರ.

ಈ ನಕ್ಷತ್ರ ನಗರಗಳು ಆಕಾಶದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹಂಚಿಹೋಗಿವೆ. ಒಂದು ನೀಹಾರ ಕಕ್ಕೂ ಪಕ್ಕದ ನೀಹಾರಕಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರ ಸರಾಸರಿಯಲ್ಲಿ ೩೦ ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿ ರ್ವರ್ಷಗಳು. ಆದರೆ ಇವೆಲ್ಲ ಆಕಾಶಗಂಗೆ, ದ್ರೌಪದೀ ನೀಹಾರಕಗಳಂತೆ ವ್ಯಾವರ್ತ

ಬಾಹುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿಲ್ಲ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಚೆಂಡಿನಂತೆ ಗೋಳಾಕಾರದವು, ಕೆಲವು ಇಡ್ಲಿಯಂತೆ ದೀರ್ಘವೃತ್ತಜಾಕಾರದವು, ಕೆಲವು ಸಿಂಬೆಯಂತೆ ವ್ಯಾವರ್ತ ನೀಹಾರಕಗಳು, ಉಳಿದವು ಅಕ್ರಮ ನೀಹಾರಕಗಳು, ಗೊತ್ತುಗುರಿಯಿಲ್ಲದ ಆಕಾರದವು. ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ಸಲ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕೈದು ನೀಹಾರಕಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಹತ್ತಿರ ಸರಿದು ಅಡಕವಾದ ಗುಚ್ಛಗಳಾಗಿರುವುದೂ ಉಂಟು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ೨ ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದೊಳಗೆ ಮ್ಯಾಗೆಲಾನಿನ ಮಹಾಮೇಘ, ಲಘು ಮೇಘಗಳೆಂಬ ಎರಡು ಅಕ್ರಮ ಉಪನೀಹಾರಕಗಳಿವೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದ್ರೌಪದೀ ನೀಹಾರಕಕ್ಕೆ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಎರಡು ಗೋಳ ನೀಹಾರಕಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡು ಅದೂ ಒಂದು ನೀಹಾರಕ ಮುಕ್ಕವಾಗಿದೆ.

ಹಲವು ನೂರು ನೀಹಾರಕಗಳು ಕಲೆತು ನೀಹಾರಕ ಸ್ತಬಕಗಳಾಗಿಯೂ ವಿಶ್ವದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹರಡಿವೆ. ನಮಗೆ ಹತ್ತಿರದ ನೀಹಾರಕ-ಸ್ತಬಕ ಕನ್ಯಾರಾಶಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ೨ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಕನ್ಯಾ ಸ್ತಬಕದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೫೦೦ ನೀಹಾರಕಗಳಿವೆ. ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದಾದ ಸ್ತಬಕಗಳಲ್ಲೊಂದು ಸ್ವಾತೀ ನಕ್ಷತ್ರದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕಿರುವ ಕೃಷ್ಣವೇಣೀ (ಕೋಮ ಬೆರಿನ್ಸೈಸೀಸ್) ರಾಶಿಯ ವೇಣೀಸ್ತಬಕ, ಸುಮಾರು ೧೦೦೦ ನೀಹಾರಕಗಳದು. ಇದು ನಮ್ಮಿಂದ ೧೦ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ನೀಹಾರಕ ಸ್ತಬಕಗಳ ವ್ಯಾಸ ೧೩ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ಸುಮಾರಿನಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಪ್ರಬಲತಮ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಭೇದಿಸಬಲ್ಲಷ್ಟು ದೂರವೂ ಆಕಾಶವು ನೀಹಾರಕಗಳಿಂದ, ನೀಹಾರಕಸ್ತಬಕಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುವುದಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಇದು ದೃಕ್ ಖಗೋಳಜ್ಞಾನ ವಿಶ್ವ ಅಂದರೆ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಗಳಿಂದ ಏಳೂವರೆ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಗಳವರೆಗಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತಡೆಹಿಡಿಯದೆ ದಿಕ್ಕು ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ ಚೆಲ್ಲಿ ಆಕಾಶವನ್ನು ಕದಡುತ್ತಿರುವ ಕಾಯಗಳ ವಿಶ್ವ.

ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರ

ಈ ಚಿತ್ರಕ್ಕೆ ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ನಾಲ್ಕು ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಕಳೆ ತುಂಬತೊಡಗಿದೆ: (೧) ಚಿತ್ರದ ರೂಪರೇಖೆಗಳು ಸಂದೇಹಾಸ್ಪದವಾಗಿದ್ದ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹ ನಿವಾರಣೆ ಮಾಡಿದೆ; (೨) ವಿವರಗಳು ಸಾಕಷ್ಟಿಲ್ಲದಾಗ ವಿವರಗಳನ್ನೊದಗಿಸಿದೆ; (೩) ತಪ್ಪುಗಳು ನುಸುಳಿ ಬಂದಿದ್ದರೆ ಅವನ್ನು ತಿದ್ದಿದೆ; ಮತ್ತು (೪) ಮರೆಸಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಅಂಗಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸಿದೆ.

ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ವ್ಯಾವರ್ತಾಕಾರವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ್ದರೂ, ಅದರ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಅವು ಭೇದಿಸಿರಲಿಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ

ದಟ್ಟವಾದ ಅಂತರ–ತಾರಾ ವಿಶ್ವಧೂಳಿ ಅದನ್ನು ಮುಸುಕಿದೆ. ಆ ಧೂಳಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅಪಾರದರ್ಶಕ. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಧೂಳಿನ ತೆರೆ ಪಾರದರ್ಶಕ. ಆದ್ದರಿಂದ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕೇಂದ್ರಭಾಗದ ರಚನೆ ಈಗ ಇತರ ಭಾಗಗಳಷ್ಟೇ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ರಚನೆಯನ್ನು ಅದರ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿಸ್ತಾರ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳಿಂದ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅದರೆಲ್ಲ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಂಚಿಹೋಗಿರುವ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ೨೧ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರದ ಏಕವರ್ಣಕ ರೇಖೆಯ (ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ ನೋಡಿ) ದಿಗ್ವಿತರಣೆಯಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿಯೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದೆ. ಈ ಅನ್ವೇಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಬಿಲ್ಲೆ, ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲೊಂದು ಸಣ್ಣ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ, ಬಿಲ್ಲೆಯ ಸುತ್ತ ಜಲ ಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳ ಉಂಗುರ ಇರುವುದಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ಮೂರನ್ನೂ ಆವರಿಸಿ ವಿಶಾಲವಾಗಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರವೂ ನಮ್ಮ ಗಮನ ಸೆಳೆಯು ವಂಥದ್ದೇ. ಇದು ಜಲಜನಕದ ೨೧ ಸೆಮೀ. ಉದ್ದದ ಏಕವರ್ಣಕ ತರಂಗಕ್ಕಿಂತ ಪ್ರಬಲವಾಗಿ ೧೫ ಮೀಟರ್‌ಗಳಿಂದ ೧ ಸೆಮೀ. ವರೆಗಿನ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನ ವರ್ಣಪಟಲ ವನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಈ ತರಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿವಿತರಣೆಯಾಗಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶೇಷವಿದೆ. ಪದಾರ್ಥಗಳು ಪ್ರಸರಿಸುವ ಹಲವು ತರಂಗದೂರಗಳ—ಬಣ್ಣಗಳ—ವಿಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುವ ವಿಕಿರಣದ ತರಂಗದೂರ ಅವುಗಳ ತಾಪ ಏರಿದಂತೆ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಉದಾ ಹರಣೆಗೆ ೬೦೦೦° ತಾಪದ ಸೂರ್ಯ ಅಥವಾ ನಕ್ಷತ್ರ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಇತರ ಬಣ್ಣಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ; ೪,೦೦೦° ತಾಪದ ನಕ್ಷತ್ರ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು—ಹಳದಿಗಿಂತ ಅಧಿಕ ತರಂಗದೂರದ್ದನ್ನು—ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತದೆ. ತರಂಗದೂರ ಈ ಗರಿಷ್ಠ ಪ್ರಸರಣದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆಲ್ಲ ಅದರ ವಿಕಿರಣಗಳ ಶಕ್ತಿ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ಲಾಂಕ್ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲಿಗೆ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ಈ ಶಕ್ತಿ ವಿತರಣ ನಿಯಮವೇ ಆಧುನಿಕ ಖಂಡವಾದದ (ಕ್ವಾಂಟಂ ಥಿಯರಿಯ) ತಳಹದಿ. ಈ ನಿಯಮದಂತೆ ಯಾವುದೇ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ ೫ ಮೀಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಳಿಸುವ ವಿಕಿರಣದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ೧೦ ಮೀಟರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕಳಿಸುವುದ ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಮಧ್ಯದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳ ಶಕ್ತಿ ವಿತರಣೆಯಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ೧೦ ಮೀಟರ್‌ಗಳ ವಿಕಿರಣದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ೫ ಮೀಟರ್‌ಗಳದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ವಿಪರೀತವರ್ತನೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ದಿಗ್ಭ್ರಾಂತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿತು.

ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಹಾರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವನು ರಷ್ಯನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಷ್ಕ್ಲೋವ್ಸ್ಕಿ.

ಈತನ ವಾದದಂತೆ ಸಾಪೇಕ್ಷಾತ್ಮಕ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು, ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸಿರುವಷ್ಟು ಪ್ರಚಂಡವೇಗದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು, ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಸುರುಳಿಯಾಗಿ ಸುತ್ತಿಕೊಂಡು ಮುನ್ನುಗ್ಗಬೇಕು. ಈ ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಹಲವು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳಿಂದ ಹಲವು ಮೀಟರ್‌ಗಳವರೆಗಿನ ತರಂಗದೂರಗಳ ವಿಕಿರಣ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇಂಥ ಅತಾಪಕ—ತಾಪಜನ್ಯವಲ್ಲದ—ವಿಕಿರಣದ ವಿತರಣೆ ತಾಪಕ ವಿಕಿರಣದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿಯೇ ಇರಬೇಕು, ಅಂದರೆ ತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಇದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ತಾಪಕ ವಿಕಿರಣ ಪಾರ್ಶ್ವೀಕೃತವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ—(ಮಗ್ಗುಲಿಲ್ಲದ ಅಲೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ); ಆದರೆ ಈ ರೀತಿಯ ಅತಾಪಕ ವಿಕಿರಣವಾದರೋ ಪಾರ್ಶ್ವೀಕೃತವಾಗಿರಬೇಕು. ಇಂಥ ವಿಕಿರಣಗಳು ನಮ್ಮ ಯುಗಪದ್ಕಣಯಂತ್ರ—ಸಿಂಕ್ರೋಟ್ರಾನ್ ಯಂತ್ರ—ಗಳಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುದರಿಂದ ಇವಕ್ಕೆ ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಮೊದಲು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅದು ಪಾರ್ಶ್ವೀಕೃತವಾಗಿದ್ದುದು ಕಾಣಲಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮುಖ್ಯಕಾರಣವಿತ್ತು. ಈ ಅತಾಪಕ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಾಗಿ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ತಾಪಕ ವಿಕಿರಣವೂ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅಪಾರ್ಶ್ವೀಕರಣವು ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣದ ಪಾರ್ಶ್ವೀಕರಣವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ೧೯೬೫ರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಅತಾಪಕ ವಿಕಿರಣವನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದ್ದರಿಂದ ಅದು ನಿರೀಕ್ಷಣೆಯಂತೆ ಪಾರ್ಶ್ವೀಕೃತವಾಗಿರುವುದು ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಸಾಧಾರಣ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ೨೧ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರದ ವಿಕಿರಣರೇಖೆ ಸೇಮಾನ್ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಒಡೆದು ಸೀಳಾಗಿರುವುದೂ ಪತ್ತೆಯಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾಗಿರಬೇಕಾದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ವ್ಯಾಪಿಸಿದೆಯೆಂದು ಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಆ ಕ್ಷೇತ್ರದ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ $\frac{೧}{೫೦,೦೦೦}$ ಗೌಸ್ ಎಂದೂ ನಿರ್ಣಯವಾಗಿದೆ.

ಉತ್ತರಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಹಾಲೆಂಡಿನ ಲೇಡನ್ ವೀಕ್ಷಕರು ತಯಾರಿಸಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ನಕ್ಷೆಗೂ ದಕ್ಷಿಣಾರ್ಧಗೋಳದಲ್ಲಿ ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ಸಿಡ್ನಿಯವರು ತಯಾರಿಸಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ನಕ್ಷೆಗೂ ಸ್ವಲ್ಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಇವನ್ನು ಸಮನ್ವಯಗೊಳಿಸಲು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಕಾಯಗಳು ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಪ್ರದಕ್ಷಿಣೆಮಾಡುತ್ತಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ ದೂರಕ್ಕೆ ನಿಧಾನವಾಗಿ ಸರಿಯುತ್ತಿವೆ, ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಆಕಾಶಗಂಗೆ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ನಾವು ಬರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಂಥ ವಿಶಾಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮತ್ತು ಇತರ ವಿಸ್ತೃತ ಆಕರಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಬಿಡಿಸುವ ಸಮಸ್ಯೆಗಿಂತ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಹೋಗಿರುವ ಬಿಡಿ ಆಕರಗಳನ್ನು, ವಿವಿಕ್ತ ಆಕರಗಳನ್ನು, ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಸಮಸ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲ ವಾದದ್ದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ರೇಡಿಯೊ ದೂರ ದರ್ಶಕಗಳು ಅವಶ್ಯ. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಬಿಡಿ ಆಕರಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಿರುವುದು ಹಾಗಿರಲಿ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವುಗಳ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಕೂಡ ನಿರ್ಣಯಿಸಿರುವುದು ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅದ್ಭುತ ಸಾಧನೆ.

ಸೌರವ್ಯೂಹ

ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕದ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಮೊದಲು ಬಿದ್ದ ಬಿಡಿ ಆಕರ ನಳ್ಳಿಯ ಜ್ಯೋತಿ ರ್ಮೇಘ (ಕ್ರಾಬ್‌ನೆಬ್ಯುಲ) ವಾದರೂ ನಮ್ಮ ಪರಿಶೀಲನೆಯನ್ನು ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಅಂಗಗಳ ಅವಲೋಕನೆಯಿಂದ ಆರಂಭಿಸೋಣ. ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳು ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವುದು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದರಿಂದ, ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಹಾಗಲ್ಲ; ಸೂರ್ಯ ಕಳಿಸಿದ ತರಂಗಗಳನ್ನೂ ಗ್ರಹಗಳು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದರೂ, ಅವು ತಾವಾಗಿಯೇ ಕಳಿಸುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಾಬಲ್ಯವೇ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಗ್ರಹೋಪಗ್ರಹಗಳು ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶ ಕಾಯಗಳು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಚಂದ್ರನು ಕಳಿಸುವ ೧.೨೫ ಸೆಮೀ. ಉದ್ದದ ತರಂಗಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಅದರ ಮೈಯ ತಾಪ ನಡುಹಗಲಲ್ಲಿ—ಪೂರ್ಣಿಮೆ ಯಂದು—ನಿರುಪಾಧಿಕ ಮಾನದ ಸುಮಾರು ೨೯೦° ಗಳೆಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಗರಿಷ್ಠ ತಾಪ ಸರಿಯಾಗಿ ಹುಣ್ಣಿಮೆಯ ದಿನ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ, ಹುಣ್ಣಿಮೆ ಯಾದ ಮೂರುವರೆ ದಿನಗಳ ತರುವಾಯ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳಿಗೆ—ಹುಣ್ಣಿಮೆ, ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ—ಸಲ್ಲುವ ಈ ತಾಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸ (ಸು. ೮೦°ಗಳು) ಚಂದ್ರನ ರಕ್ತಾತೀತ ಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಗುಣಿಸಿದ ತಾಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತ (೩೮೦°ಗಳಿಂದ ೧೪೦°-ಅಂದರೆ ೨೪೦°ಗಳಿಗಿಂತ) ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ಮೂಲವು ಚಂದ್ರನ ಮೈಗಿಂತ ಕೆಳಗಿನ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿರ ಬೇಕು. ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮತರಂಗಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಕಡಮೆಯಾಗ ದಿರುವುದೂ ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಥನೆ ಕೊಡುತ್ತದೆ. ನಳ್ಳಿಯ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ ಚಂದ್ರನ ಹಿಂದೆ ಮೈಮರೆಸಿಕೊಂಡಾಗ ಅಳೆದ ೪ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ತರಂಗಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಿಂದ ಚಂದ್ರನಿಗೆ ಅತಿ ವಿರಳವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲವಿದೆಯೆಂದೂ, ಅದರ ಮೈಗಂಟಿರುವ ವಾಯುಸಾಂದ್ರತೆ ನಮ್ಮ ನೆಲದಿಂದ ೫೦೦ ಕಿಮೀ. ಎತ್ತರ ದಲ್ಲಿರುವ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಸಾಂದ್ರತೆಗೆ ಸಮವೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಶುಕ್ರಗ್ರಹವನ್ನು ದಟ್ಟವಾದ ವಾಯುಮಂಡಲ ಕವಿದಿರುವುದರಿಂದ ದೃಕ್

ಖಗೋಳ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಅದರ ಭ್ರಮಣಗತಿಯನ್ನು ಅಸಂದಿಗ್ಧವಾಗಿ ಅಳೆಯುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ರೇಡಿಯೊ-ರೇಡಾರ್ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಈ ಅಳತೆ ಸಾಧ್ಯ; ಅಳತೆ ಹೊರಗೆಡಹಿರುವ ಸಂಗತಿಯೂ ವಿಚಿತ್ರವೇ. ಶುಕ್ರ ತನ್ನ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಂತೆ ಪಶ್ಚಿಮದಿಂದ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತಿರುವುದರ ಬದಲು ಪೂರ್ವದಿಂದ ಪಶ್ಚಿಮಕ್ಕೆ ವಕ್ರ ಭ್ರಮಣದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದೆ. ಅಂದರೆ ಶುಕ್ರವಾಸಿಗಳಿಗೆ ಸೂರ್ಯ ಪಶ್ಚಿಮದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗುತ್ತಾನೆ. ದಿನದ ಅವಧಿ ನಮ್ಮ ೨೫೦ ದಿನಗಳು. ಶುಕ್ರನ ಸೂರ್ಯ ಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಕಾಲ ಅಂದರೆ ವರ್ಷದ ಅವಧಿ ನಮ್ಮ ೨೨೫ ದಿನಗಳು. ಶುಕ್ರನ ವಾಯುಮಂಡಲ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ-ಸಾರಜನಕಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಅದರ ಒತ್ತಡ ನಮ್ಮ ವಾಯುಮಂಡಲದ ೨೦ರಷ್ಟು. ಶುಕ್ರನಿಗೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿಲ್ಲ, ಅಂದ ಮೇಲೆ ವಾನ್ ಅಲೆನ್ ಬೆಲ್ಟಿನಂಥ ಅಯಾಣು ಮೇಖಲೆಗಳೂ ಇಲ್ಲ.

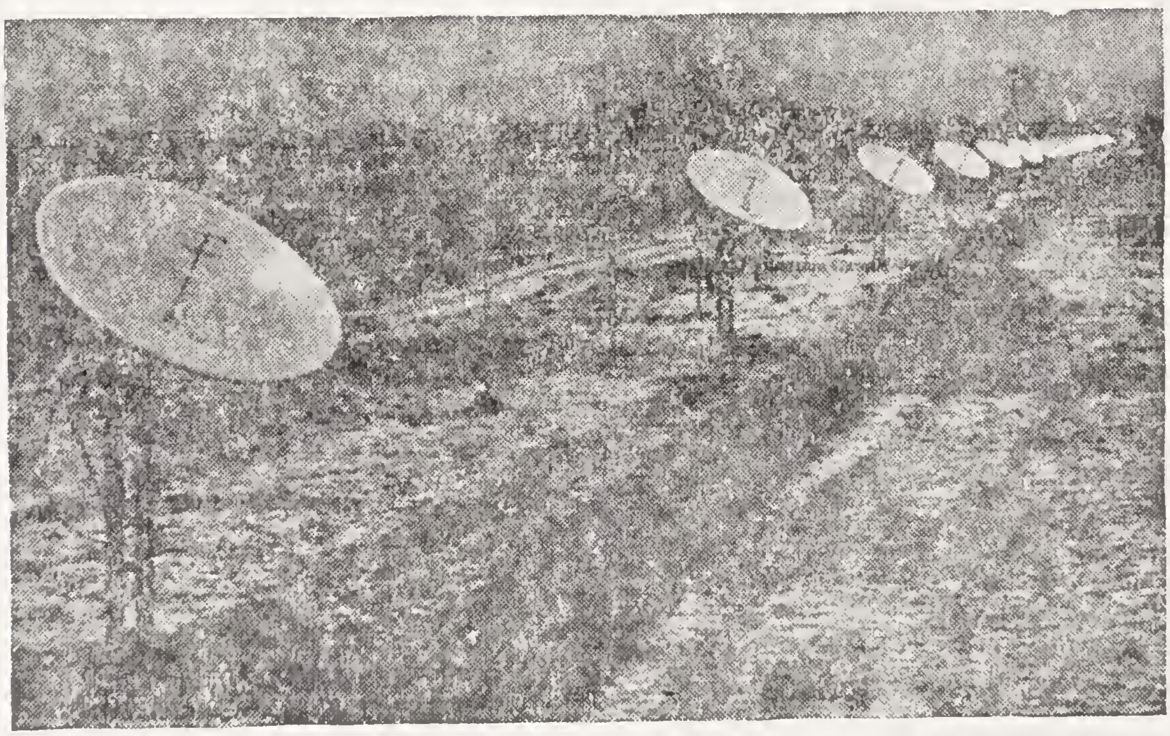
ಶುಕ್ರಗ್ರಹದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದ ಬಹುಭಾಗ ಪರ್ವತಮಯವಾಗಿದೆಯೆಂದೂ, ದಕ್ಷಿಣಾರ್ಧಗೋಳ ಇದ್ದುದರಲ್ಲಿ ನಯವಾಗಿದೆಯೆಂದೂ ಅರೆಸಿಬೋದ ದೊಡ್ಡ ಬಾಣಲೆ ಮಾಡಿದ ಶೋಧನೆಯಿಂದ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಶುಕ್ರಗ್ರಹ ತಾನಾಗಿಯೇ ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹಿಡಿದಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಭೂಮಿಯಿಂದ ತರಂಗಗಳ ಪಟಕಗಳನ್ನು-ತೆನೆಗಳನ್ನು-ಶುಕ್ರನ ಕಡೆಗೆ ಬೀಸಿ ಅದರ ಮೈಯಿಂದ ಪುಟ ಎಗರಿದ ಆ ಪಟಕಗಳನ್ನು ತಿರುಗಿ ಹಿಡಿದು ಭೂ-ಶುಕ್ರರ ನಡುವಣ ಈ ಮರುಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ತರಂಗಗಳು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲವನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಅಳೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಎಲ್ಲ ದೂರಗಳಿಗೂ ಮೂಲಮಾನವಾದ ಭೂಮಿ ಸೂರ್ಯರ ಸರಾಸರಿ ದೂರ ೧೪,೯೫,೯೭,೮೯೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳೆಂದು ನಿರ್ಣಯವಾಗಿದೆ. ಇದು ಹಿಂದಿನ ಅಳತೆಗಳಿಗಿಂತ ೧೦೦ರಷ್ಟು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ನಿರ್ಣಯ, ಅಂದರೆ ಹಿಂದಿನ ಅಳತೆಗಳು ೧೪.೯೫ ಮತ್ತು ೧೪.೯೬ ಕೋಟಿಗಳ ನಡುವೆ ಇರಬೇಕೆಂದಷ್ಟೆ ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ್ದುವು.

ಗುರುಗ್ರಹವೂ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶೇಷವಿದೆ. ಗುರುವಿನ ಉತ್ತರ-ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಗಳ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ಬಿಂಬವಷ್ಟರಿಂದಲೇ ತರಂಗಗಳು ಬರುತ್ತಿವೆಯಾದರೂ, ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸುವ ವ್ಯಾಸದ ಮೂರರಷ್ಟು ಪ್ರಾಂತದಿಂದ ತರಂಗಗಳು ಬರುತ್ತಿವೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ದೃಗ್ಭಾಗದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವವು ತಾಪಕ ವಿಕಿರಣಗಳು; ಕಾಣಿಸುವ ಬಿಂಬದಾಚೆಯ ಅಗೋಚರ ಪ್ರಾಂತದಿಂದ ಬರುತ್ತಿರುವವು ಅತಾಪಕ ಅಥವಾ ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣಗಳು. ಈ ಹೊರಪ್ರಾಂತ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನಾವರಿಸಿರುವ ವಾನ್ ಅಲೆನ್ ಅಯಾಣು ಮೇಖಲೆಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಗುರುಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಪ್ರಬಲ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವಿದೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಇದು ಸಮರ್ಥನೆ. ಈ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಭೂಮಿಯದರ ೧೦೦ರಷ್ಟಿರುವುದು ಸಂಭವ, ೨೦ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯಂತೂ

ಅಲ್ಲ. ಇದು ಸೆರೆಹಿಡಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಂದಲೇ ಮೇಖಲೆಯು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ರಾಧಾಕೃಷ್ಣನ್ ಮತ್ತು ರಾಬರ್ಟ್ಸ್‌ನರು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

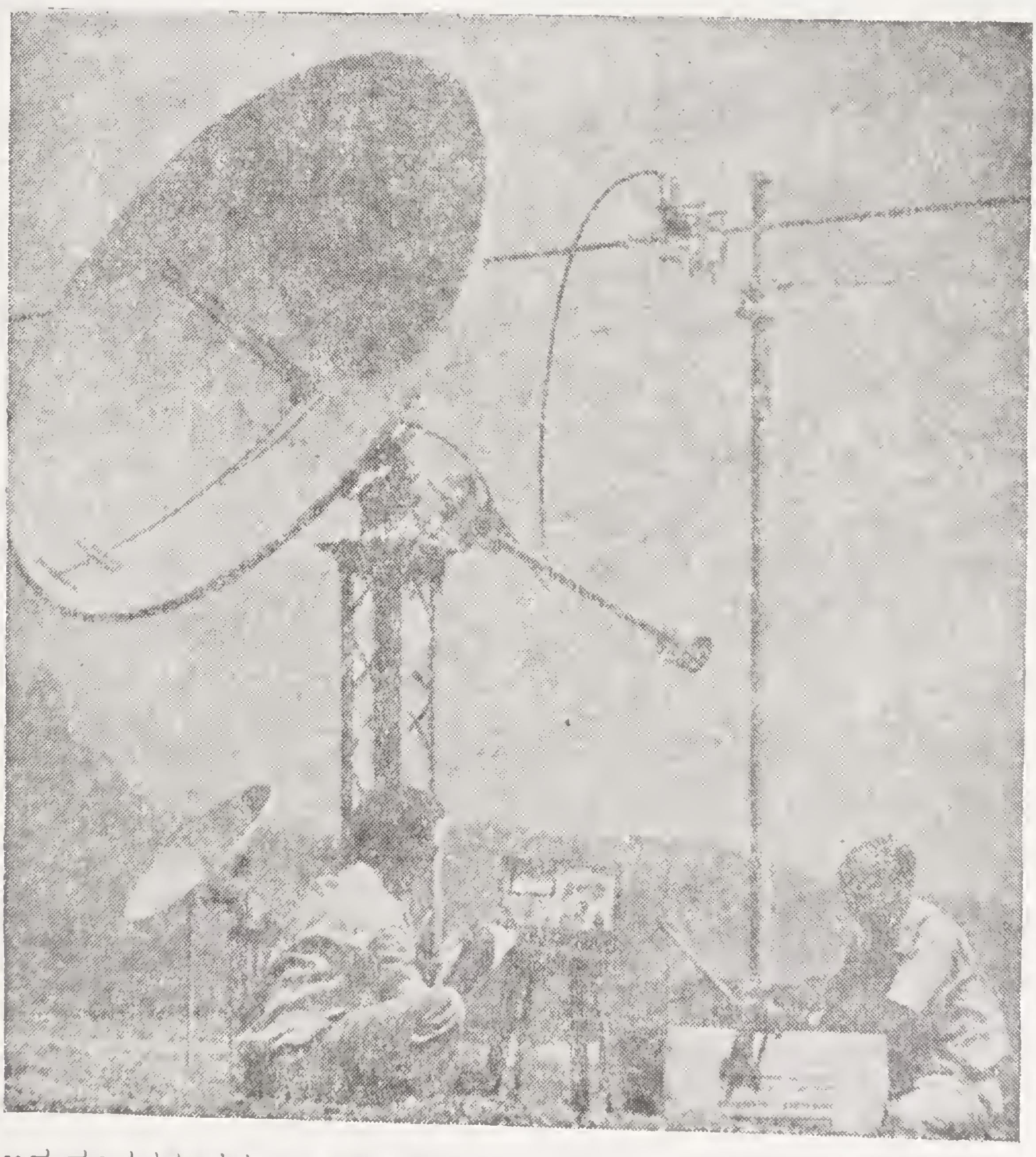
ಬಿಡಿ ಆಕರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತ್ಯಂತ ಉಗ್ರವಾದ ಸಂಕೇತಗಳು ನಮಗೆ ತಲುಪುತ್ತಿರುವುದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ. ಸೂರ್ಯ ನಮಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಇದು ಸಹಜವೆ. ಸೂರ್ಯ ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ೫೦ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರದ ಕಿರಣಗಳ ಕಡೆ ನಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿ ಹರಿಸಿದರೆ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಸೂರ್ಯಬಿಂಬದ ಅಂಚಿನಿಂದ ಮಾತ್ರ ಬರುತ್ತವೆ, ಮಧ್ಯದಿಂದಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅರ್ಥ ನಮಗೆ ಈಗ ಇರುವಂತೆ ಸರಾಸರಿ ೦.೦೦೦೦೬ ಸೆಮೀ. ಉದ್ದದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲ ಕಣ್ಣುಗಳ ಬದಲು ೫೦ ಸೆಮೀ.ನವನ್ನು ಹಿಡಿಯಬಲ್ಲ ಕಣ್ಣುಗಳಿದ್ದಿದ್ದರೆ, ಸೂರ್ಯ ನಮಗೆ ಉಂಗುರದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದನು, ಎಂದು. ನಮಗೆ ೨-೩ ಮೀಟರ್-ಕಣ್ಣುಗಳಿದ್ದಿದ್ದರೆ, ಸೂರ್ಯಬಿಂಬ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶವಾಗಿ ಕಂಡು, ಬರುಬರುತ್ತ ಕಾಂತಿಹೀನವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು; ಸೂರ್ಯನ ವ್ಯಾಸ ಈಗಿನದರ ಮೂರು ನಾಲ್ಕರಷ್ಟಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅದರ ಅಂಚು ಮೊನಚಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ, ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಆಕಾಶದೊಂದಿಗೆ ತೇಲಿಹೋಗುತ್ತಿತ್ತು. ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾದದ್ದು ಈ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೊಂದೂ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಯಥಾರ್ಥವಾದದ್ದಲ್ಲ ಎಂಬುದು.



ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ಕಲ್ಯಾಣದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿರುವ ಸೌರ ದೂರದರ್ಶಕ (ತಾತಾ)

ಇದೆಲ್ಲ ಶಾಂತ ಸೂರ್ಯ ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಕುರಿತದ್ದು. ಆದರೆ ಒಂದೊಂದು ವೇಳೆ ಸೂರ್ಯ ಉದ್ರೇಕಗೊಳ್ಳುವುದುಂಟು. ಆಗ ಸೂರ್ಯನ

ಮೈಯ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳಿಂದ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಮೈಲಿಗಳೆತ್ತರಕ್ಕೆ ಪ್ರಚಂಡ ಜ್ವಾಲೆಗಳೇಳುತ್ತವೆ. ಅಂಥ ಪ್ರಾಂತಗಳು ಪ್ರಬಲ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳನ್ನು ವಿಕಿರಣಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಅಸಾಧಾರಣ ಶಕ್ತಿಯ ತರಂಗಗಳ ಪ್ರಸಾರ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸೌರ ಕಳಂಕಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ವಿಸ್ತಾರ ಏರಿದಂತೆ ಏರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರರ ಭೌತಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನ ದಿನದಿನದ ಪರೀಕ್ಷೆಗೇ ಮೀಸಲಾಗಿಟ್ಟಿರುವ ದೂರದರ್ಶಕವೊಂದನ್ನು ಬೊಂಬಾಯಿಗೆ ಉತ್ತರದಲ್ಲಿರುವ ಕಲ್ಯಾಣದಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದೆ. ಸಂಸ್ಥೆಯವರೇ ರಚಿಸಿರುವ ಈ ದೂರದರ್ಶಕವು ೩೨ ಪರವಲಯಜ ಬಾಣಲೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ವ್ಯಾಸವೂ ೧೨೦ ಸೆಮೀ.ಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೨೪ನ್ನು ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮವಾಗಿ ೬೪೦ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ, ಉಳಿದೆಂಟನ್ನು ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ೨೭೫ ಮೀಟರ್ ಉದ್ದದ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ.



ಕಲ್ಯಾಣದ ದೂರದರ್ಶಕದ ಬಾಣಲೆಗಳಲ್ಲೊಂದನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಅಳವಡಿಸುತ್ತಿರುವುದು (ತಾತಾ)

ಪ್ರಪಂಚದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ೩, ೭.೫, ೯, ೧೦.೭, ೨೧ ಮತ್ತು ೧೭೦ ಸೆಮೀ. ತರಂಗದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ನಿರ್ವಹಿಸಬಲ್ಲ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ೫೦ ಸೆಮೀ.ಗೆ ಅನುಕೂಲಿಸುವಂತೆ ತಯಾರಿಸಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕೆಳಭಾಗ ಹ್ರಸ್ವ ತರಂಗಗಳನ್ನೂ ಮೇಲ್ಭಾಗ ದೀರ್ಘತರಂಗಗಳನ್ನೂ ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುತ್ತವೆಂದು ಕೊಡೇಕೆನಾಲ್ ಅವೇಕ್ಷಣಾಲಯದವರು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರಾದ್ದರಿಂದ ಈ ಎಲ್ಲ ದೂರದರ್ಶಕಗಳೂ ಕೂಡಿ ಸೌರ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನಮ್ಮ ಮುಂದಿಡಬಲ್ಲವು.

ಬಿಡಿ ಆಕರಗಳು

ಸೌರವ್ಯೂಹದ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ರೇಡಿಯೋ ಅವೇಕ್ಷಣ ಗಮನಾರ್ಹವಾದಂಥ ಹೊಸ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗಿರುವ ಬಿಡಿ ಆಕರಗಳನ್ನೀಗ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಸಿಡ್ನಿಯ ಪ್ರಪಾತ ವ್ಯತಿಕರಣಮಾಪಕ ಹುಡುಕಿ ಗುರುತಿಸಿದ ವೃಷಭರಾಶಿಯ ನಳ್ಳಿಯ (ಕ್ರ್ಯಾಬ್) ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘವೇ ಮೊದಲಿನದು. ಇದು ೯೧೩ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ (ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೦೫೪ರಲ್ಲಿ) ಸಿಡಿದು ಚಿಂದಿಚಿಂದಿಯಾಗಿ ಹರಿದು ಹೋಗಲಾರಂಭಿಸಿದ ನಕ್ಷತ್ರ. ಆ ಆಸ್ಫೋಟನದ ಉರುಬು ಇನ್ನೂ ಆರಿಲ್ಲ, ಈಗಲೂ ಈ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘದ ಅಂಚುಗಳು ಸೆಕಂಡಿಗೆ ಒಂದೂವರೆ ಎರಡು ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳಂತೆ ದಿಕ್ಕುದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿವೆ. ಇಂಥ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಗೆ ಪರಮ ನವ್ಯ-ಸೂಪರ್ ನೋವೇ-ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದಾದ ಮೇಲೆ ಪತ್ತೆಯಾದ ಬಿಡಿ ಆಕರ ಕುಂತೀ (ಕಾ'ಸಿ ಒ ಪೀಯ) ರಾಶಿಯಲ್ಲಿಯದು. ಸೂರ್ಯನನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗ ಪ್ರಸಾರದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇದರದೇ ಮೊದಲ ಸ್ಥಾನ, ರೇಡಿಯೊ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ನಳ್ಳಿಯದರ ೧೧ರಷ್ಟು ಪ್ರಬಲವಾದದ್ದಿದು. ಇದೂ ಒಂದು ಪರಮ ನವ್ಯ, ಅಂದರೆ ಸಿಡಿದು ಛಿದ್ರವಾಗುತ್ತಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರ. ಇದರ ಅಂಚುಗಳು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಐದು ಸಾವಿರ ಮೈಲಿಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗುತ್ತಿವೆ. ಇದು ಸಿಡಿದದ್ದು ಅಂದರೆ ಪರಮನವ್ಯವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡದ್ದು ೧೭೦೦ರಲ್ಲಿ. ಹೀಗೆಯೇ ೫೦,೦೦೦ ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ರಾಜಹಂಸ (ಸಿಗ್ನಸ್) ರಾಶಿಯ ಜಾಲಕೃತಿ ಅಥವ ವಂಕಿ (ಲೂಪ್) ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ, ಟೈಖೋ ಪರಮನವ್ಯ, (೧೫೭೨ರದು), ಕೆಪ್ಲರನ ಪರಮನವ್ಯ (೧೬೦೪ರದು) ಇವೆಲ್ಲ ಪ್ರಬಲ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ರೇಷಕಗಳು. ಇವೆಲ್ಲ ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣಕಗಳು, ಅಂದರೆ ಅತಾಪಕ ಆಕರಗಳು, ಅಧಿಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ರೇಡಿಯೊ ಪ್ರೇಷಕಗಳು.

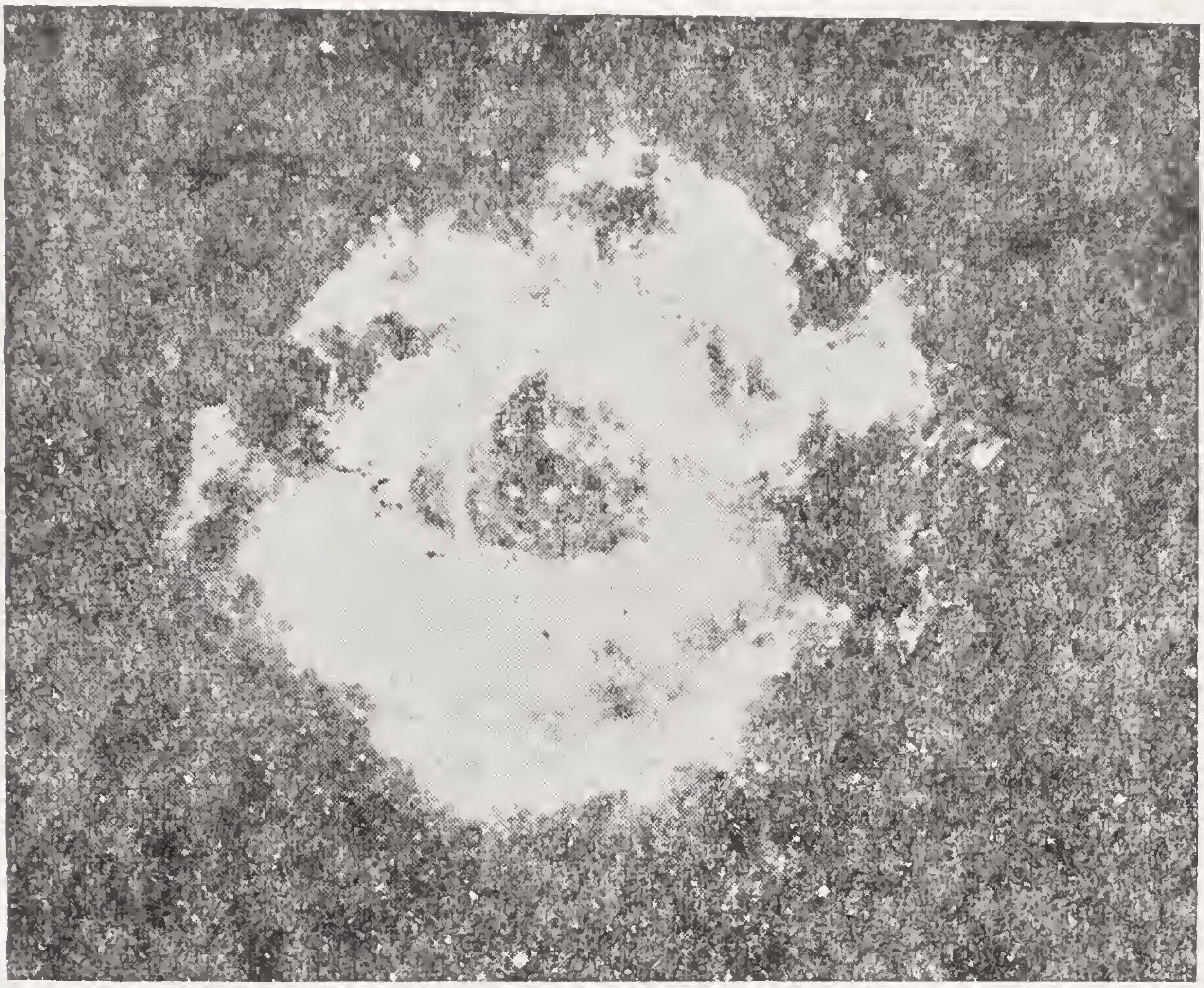
ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ತಾಪಕ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳೂ ಇವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ರಾಜಹಂಸ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ, ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ, ಮಹಾವ್ಯಾಧ,



ನಳ್ಳಿಯ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘ; ಯುಗಪದ್ಧ್ಕಣ ವಿಕಿರಣಕ; ನಕ್ಷತ್ರದ ಮರಣೋತ್ತರ ಸ್ಥಿತಿ (ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಜಪಾಕುಸುಮ, ಕಚ್ಛಪಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘಗಳು ಪ್ರಬಲ ಪ್ರೇಷಕಗಳು. ರಾಜಹಂಸದ್ದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಕುಂತಿಯದರ ಅರ್ಧದಷ್ಟು; ಮಹಾವ್ಯಾಧ, ಜಪಾಕುಸುಮ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ನೂರು ಸೂರ್ಯರಷ್ಟು, ಹತ್ತುಸಾವಿರ ಸೂರ್ಯರಷ್ಟು ವಸ್ತುರಾಶಿಯಿಂದ ಕೂಡಿವೆ. ಪರಮನವ್ಯಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಉತ್ಕ್ರಮಣಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಈ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘಗಳು ಪ್ರಾಯಶಃ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಭ್ರೂಣಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತವೆ. ದೃಗ್ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೩೦೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದರಂತೆ ಪರಮನವ್ಯಗಳು ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೊ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ನಮ್ಮೀ ನೀಹಾರಕವೊಂದರಲ್ಲಿ ೫೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದರಂತೆ ಪರಮನವ್ಯ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆಂದು, ಅಂದರೆ ೫೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಂದು ನಕ್ಷತ್ರ ಸಾಯುತ್ತದೆಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ. ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಜನನ ಮರಣ ದಾಖಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಜನನಗಳನ್ನು ದಾಖಲೆಮಾಡುವುದು ಮರಣಗಳದಕ್ಕಿಂತ ಕಷ್ಟ.

ಇನ್ನು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯ ಹೊರಗಿನ ಆಕರಗಳ ಕಡೆ, ಬಹಿರ್ನೀಹಾರಕಗಳ ಕಡೆ, ನಮ್ಮ ಗಮನ ತಿರುಗಿಸೋಣ. ನಮಗೆ ಅತ್ಯಂತ ಹತ್ತಿರದ ದ್ರೌಪದೀ ನೀಹಾರಕವೂ, ಮ್ಯಾಗೆಲಾನಿನ ಮಹಾಮೇಘ ಲಘುಮೇಘಗಳೂ ಸಾಕಷ್ಟು



ಜಪಾಕುಸುಮ ಜ್ಯೋತಿ ರ್ಮೇಘ; ತಾಪಕ ವಿಕಿರಣಕ; ನಕ್ಷತ್ರದ ಜನನ ಪೂರ್ವ ಸ್ಥಿತಿ
(ಮೌಕ್‌ಗ್ರಾ)

ಪ್ರಬಲವಾದ ಆಕರಗಳೇ. ಇವೆಲ್ಲ ಸಾಧಾರಣ ನೀಹಾರಕಗಳು, ಅಂದರೆ ಅವು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ತಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ಆಕರಗಳು. ಇವಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ವಿಲಕ್ಷಣ (ಪೆಕ್ಯೂಲಿಅರ್) ನೀಹಾರಕಗಳಿವೆ; ಇವು ಚೆಲ್ಲುತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟಿರಬೇಕೋ ಅದಕ್ಕಿಂತ ನೂರರಷ್ಟು, ಹತ್ತುಲಕ್ಷದಷ್ಟು ಕೂಡ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಇವಕ್ಕೆ ಈ ಹೆಸರು. ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾದದ್ದು, ಅತ್ಯಂತ ಸಮರ್ಥವಾದದ್ದು ರಾಜಹಂಸದ ಆಕರ, ಇದು ರಾಜಹಂಸರಾಶಿಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಮ್ಮಿಂದ ಸುಮಾರು ೭೦ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳು ಯಾವ ದೃಕ್ಕಾಯದಿಂದ ಬರುತ್ತಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದಕ್ಕೆ ಖಗೋಳಜ್ಞರು ಬಹಳ ಶ್ರಮಪಡಬೇಕಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಪಾಲೊಮಾರ್ ಶಿಖರದ ೨೦೦ ಅಂಗುಲದ ದೈತ್ಯದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಕೂಡ ಕಷ್ಟ ಗೋಚರವಾಗುವಷ್ಟು ಕ್ಷೀಣಕಾಂತಿ ಇದರದು. ಕಡೆಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರದ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ ನೀಹಾರಕಗಳ ಒಂದು ಜೋಡಿ ಇದೆ, ಇವುಗಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿರಬೇಕು ಎಂಬ ಮನಮೋಹಕ ವಾದವನ್ನು—ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡಗಳ ದ್ವಂದ್ವಕದನ ವಾದವನ್ನು—ಕೆಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಬೆಂಬಲ ಸಿಗಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಅಧಿಕ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ

ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಆಕಾಶವನ್ನು ಶೋಧಿಸಿದ್ದರ ಫಲವಾಗಿ ದೃಗ್ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಕಾಣಿಸುವ ನೀಹಾರಕ ಯುಗ್ಮದ ಎಡಬಲ ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿ, ಸಮನಾಗಿ ಒಂದೊಂದು ಲಕ್ಷ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ವಿಶಾಲ ವಿಸ್ತೀರ್ಣದ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ ಇರುವುದಾಗಿ ಪತ್ತೆಯಾಯಿತು. ವಿಲಕ್ಷಣ ನೀಹಾರಕಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಖ್ಯೆಯವುಗಳು ಹೀಗೆಯೆ ಇವೆ: ಬೆಳಕು ಬೀರುವ ಒಂದು ಕೂಡು-ಜೋಡಿ ನೀಹಾರಕ, ಅದರ ಇಕ್ಕೆಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರಬಲ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರ.

ಇದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಪಕ ವಿವರಣೆ ಕೊಟ್ಟ ಮೇಧಾವಿ ರಷ್ಯದ ಷ್ಕ್ಲೋವ್ಸ್ಕಿ. ನೀಹಾರಕದ ಬದುಕಿನ ಒಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿ ಅದರ ಸಮತೋಲ ತಪ್ಪಿಹೋಗಬಹುದು, ಆಗ ಅದು ಸಿಡಿದು ಎರಡು ಹೋಳಾಗಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಿಡಿತದ ರಭಸಕ್ಕೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೂ ಅನಿಲ ಕಣಗಳೂ ಪ್ರಚಂಡ ವೇಗದಿಂದ ಧಾರೆಯಾಗಿ ಚಿಮ್ಮಿ ಹೊರನುಗ್ಗಿ ಇಕ್ಕೆಲಗಳಲ್ಲಿ ರಾಶಿಗೂಡುತ್ತವೆ. ನೀಹಾರಕದ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಸುರುಳಿ ಸುರುಳಿಯಾಗಿ ಸುತ್ತಿ ನೂಕುವುದರಿಂದ ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಯುಗಪದ್ಕಣ ವಿಕಿರಣ ಉತ್ಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಥನೆಯಾಗಿ ನೀಹಾರಕಯುಗ್ಮಗಳ ಪೂರ್ವ ಹಂತಗಳಾದ ಧಾರೆಯನ್ನು ಚಿಮ್ಮುತ್ತಿರುವ ವಿಲಕ್ಷಣ ನೀಹಾರಕಗಳೂ, ಮೀಸೆ ಬೆಳೆಸುತ್ತಿರುವ ನೀಹಾರಕಗಳೂ, ಸಿಡಿಯುತ್ತಿರುವ ನೀಹಾರಕಗಳೂ ಪತ್ತೆಯಾಗಿವೆ. ಅಪರೂಪವಾಗಿ ದೃಕ್ ನೀಹಾರಕ, ರೇಡಿಯೊ ಆಕರಗಳೆರಡೂ ಏಕತ್ರವಾಗಿರುವುದೂ ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ.

ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರಗಳು

ಈಗ ನಾಲ್ಕೈದು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಶಾಂಡೇಜ್ ಎಂಬ ವಿಖ್ಯಾತ ಖಗೋಳಜ್ಞ ನೀಲಿ ಬಣ್ಣದಿಂದ ಬೆಳಗುವ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಚಿತ್ರ ಜಾತಿಯ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದನು. ಇವು ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿದ್ದದ್ದರಿಂದ ಇವು ಆಕಾಶ ಗಂಗೆಗೇ ಸೇರಿರಬೇಕೆಂದು ಆತ ಮೊದಲು ಅನುಮಾನಿಸಿದನು, ಆದರೆ ಅವುಗಳ ವರ್ಣಪಟಲ ರೇಖೆಗಳ ರಕ್ತ ಪಲ್ಲಟದಿಂದ ಅವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದ ಕಾಲು ಭಾಗದಿಂದ ಮುಕ್ಕಾಲಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮಿಂದಾಚೆಗೆ ಓಡಿ ಹೋಗುತ್ತಿವೆ ಎಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬರಬೇಕಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಹಬಲ್‌ನ ವೇಗ-ದೂರ ನಿಯಮದಂತೆ ಅವು ನಮ್ಮಿಂದ ೨೦೦ ರಿಂದ ೮೦೦ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟು ದೂರದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾಗಿ ಕಾಣುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಸಹಜ ಕಾಂತಿ ಸಾಧಾರಣ ನೀಹಾರಕಗಳ ಕಾಂತಿಯ ನೂರಿನ್ನೂರರಷ್ಟಿರಬೇಕೆಂದು ಗುಣಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ ನೀಹಾರಕಗಳ ಗಾತ್ರದ ಶತಾಂಶ, ಸಹಸ್ರಾಂಶಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಎರಡು ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ

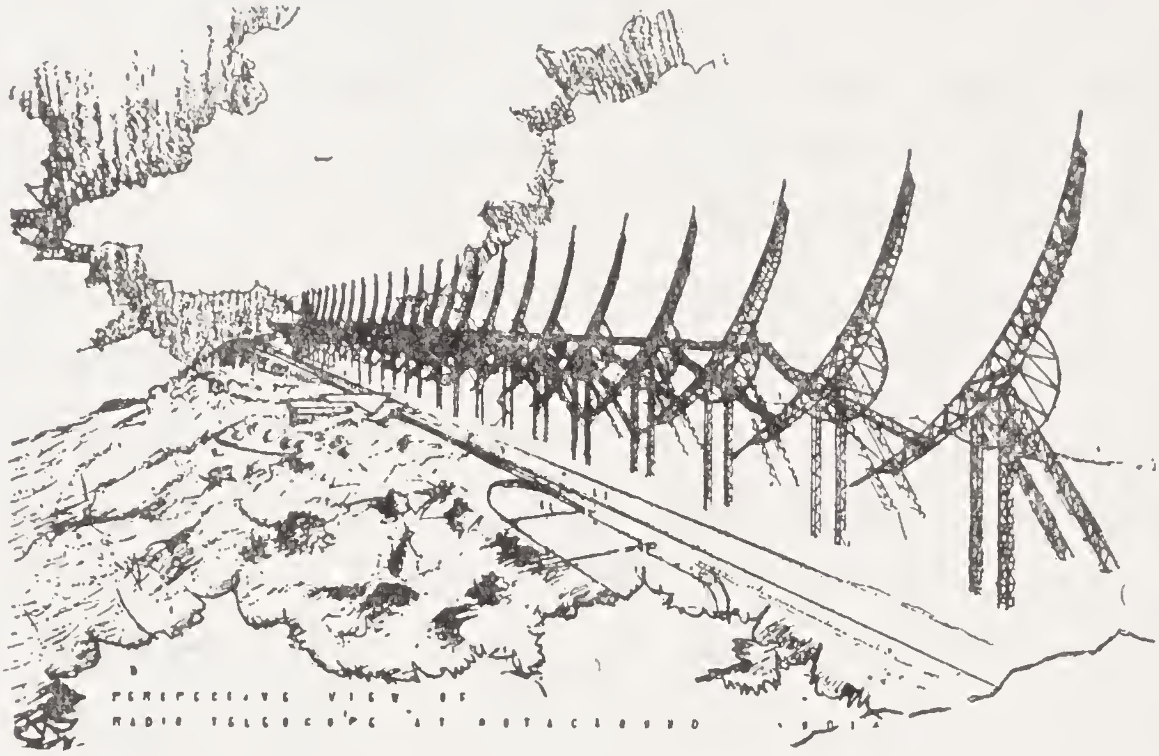
ಅಳತೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದೆ–ರೇಡಿಯೊ ವ್ಯತಿಕರಣ ಮಾಪಕಗಳಿಂದ, ಅಂದರೆ ಚಂದ್ರ ಬಿಂಬದ ಅಂಚಿನ ಹಿಂದೆ ಅವು ಮುಳುಗಿದಾಗ (ನಿಮಜ್ಜನದಲ್ಲಿ) ಆಮೇಲೆ ಎದ್ದು ಬಂದಾಗ (ಉನ್ಮಜ್ಜನದಲ್ಲಿ) ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ವಿವರ್ತನ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಆಕಾರ ವಿತರಣೆಗಳಿಂದ, ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕಾಂತಿಯ ಏರಿಳಿತದ ಕ್ಷಿಪ್ರಾವರ್ತ ಕಾಲದಿಂದ. ಇಂಥ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರ (ಕ್ವೇಸೈ ಸ್ಟೆಲ್ಲಾರ್ ಸೋರ್ಸಸ್)ಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇವು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೈತ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ ಯಾದರೂ ಹಲವು ಲಕ್ಷದಿಂದ ಶತಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳಷ್ಟು ಭಾರವಾಗಿವೆ, ಶತ ಸಹಸ್ರ ಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಪ್ರಸರಿಸುವಷ್ಟು ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆ, ಬೆಳಕಿನಷ್ಟೇ ಪ್ರಚಂಡ ಶಕ್ತಿಯ ರೇಡಿಯೊ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಗಾತ್ರ–ಭಾರ, ಭಾರ–ಕಾಂತಿ, ದೃಕ್ತರಂಗಶಕ್ತಿ–ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗ ಶಕ್ತಿಗಳಿಗಿರುವ ಪ್ರಮಾಣ ಈ ಮೂರು ಭೌತ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರಗಳು ಉಲ್ಲಂಘಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು ವರೆಗೆ ಪತ್ತೆಯಾಗಿರುವ ಇಂಥ ಆಕರಗಳಲ್ಲೊಂದು ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ೨೪೦,೦೦೦ ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಓಡಿ ಹೋಗುತ್ತಿದೆ. ಅದು ನಮ್ಮಿಂದ ೮೦೦ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್‌ವರ್ಷಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಅಂದಾಜಾಗಿದೆ; ನಮ್ಮ ವೀಕ್ಷಣ ಸಾಧ್ಯ ವಿಶ್ವದ ತ್ರಿಜ್ಯ ೧೦೦೦ ಕೋಟಿ ಜ್ಯೋತಿರ್ವರ್ಷಗಳು ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಂಡರೆ ವಿಕಿರಣ ದೂರದರ್ಶಕಗಳು ದೃಶ್ಯವಿಶ್ವದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿಸಿವೆ ಎಂಬುದರರಿವಾಗುತ್ತದೆ.

ಯಾವ ಭೌತ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳು ಒದಗಿ ಕೂಡಿದರೆ ಇಂಥ ವಿಚಿತ್ರ ಕಾಯಗಳು, ಅದ್ಭುತ ಕಾಯಗಳು, ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಬಿಡಿಸಲಾಗದ ಒಗಟೆನಂತಿದೆ. ಇಂದಿನವರೆಗೆ ಮಂಡಿತವಾಗಿರುವ ಒಂದೆರಡು ಅಸಮರ್ಪಕವಾದಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಮೆ ಅಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ತೋರುವ ಹಾಯ್ಲ್‌ನ ವಾದ ಈ ರೀತಿ. ಅಸ್ತವ್ಯಸ್ತ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುವ ಅನಿಲ ಪರಮಾಣುಗಳ ದೊಡ್ಡರಾಶಿ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಸಂಕುಚಿತಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಕುಗ್ಗುತ್ತ ಬಂದಂತೆಲ್ಲ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ರಾಶಿ ತನ್ನೊಳಗೆ ತಾನೆ ಕುಸಿಯತೊಡಗುತ್ತದೆ; ಒತ್ತಡ, ತಾಪಗಳು ಏರುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಕಡೆಗೆ ಅನಿಲವ್ಯೂಹದ ಗಾತ್ರ ಒಂದು ಮಿತಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಅದು ಮಹಾ ರಭಸದಿಂದ ತನ್ನ ಭಾರಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಒಳಕುಸಿಯುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಅಂತಃಸ್ಫೋಟನೆ (ಇಂಪ್ಲೋಷನ್) ಬಿರುಸಾಗಿ ಮುನ್ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಒಳ ಕುಸಿತ ಎಷ್ಟು ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ್ದೆಂದರೆ ೧೦ ಕೋಟಿ ಸೂರ್ಯರಷ್ಟು ಸಾಮಗ್ರಿ ೩೦ ಕೋಟಿ ಕಿಲೋ ಮೀಟರ್ ವ್ಯಾಸದ ಗೋಳದೊಳಗೆ (ಇದು ಸೂರ್ಯ–ಭೂತ್ರಿಜ್ಯ ಗೋಳಕ್ಕೆ ಸಮ) ಅಡಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರಗಳೆಲ್ಲ ಇಂಥ ಅಂತಃ ಸ್ಫೋಟಕ ಕಾಯಗಳಿರಬೇಕೆಂದು ಹಾಯ್ಲ್–ನರಳೀಕರರ ಮತ. ಇವುಗಳಂತೆ ಹಿಂದು ಮುಂದು ನೋಡದೆ ತಮ್ಮ ಮೂಲಧನವೆಂಬುದನ್ನೂ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕಿಡದೆ ದುಂದು

ವೆಚ್ಚ ಮಾಡುತ್ತ ಅಟ್ಟಹಾಸದಿಂದ ಮೆರೆಯುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಲಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಲಿ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿನ್ನೊಂದಿಲ್ಲ. ಇವು ವರ್ಷವರ್ಷವೂ ೧೦ ರಿಂದ ೧೦೦೦ ಸೂರ್ಯರಷ್ಟು ಸಾಮಗ್ರಿಯನ್ನು ಸರ್ವನಾಶ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಶಕ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದಿಕ್ಕಾಪಾಲಾಗಿ ಈಡಾಡಿ ಬಿಸಾಡುತ್ತವೆ.

ಈ ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನೇ ಮುಖ್ಯಧ್ಯೇಯವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಬೊಂಬಾಯಿನ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ಉದಕಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೈತ್ಯ ರೇಡಿಯೋ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಕಟ್ಟುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದೊಂದು ವರ್ತುಲೀ ಪರವಲಯಕ ತಂತೀ ವ್ಯೂಹ (ಸಿಲಿಂಡ್ರಿಕಲ್ ಪ್ಯಾರಬೋಲಿಕ್ ಆಂಟೆನ). ಪರವಲಯಾಕಾರದ ಚೌಕಟ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ತಂತಿಯನ್ನು ಮಲಗಿಸಿ ಚೌಕಟ್ಟನ್ನು ಸುಮಾರು ಐವತ್ತು ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಉಕ್ಕಿನ ಗೋಪುರದ ಮೇಲೆ ಬಿಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥ ೨೪ ಗೋಪುರಗಳನ್ನು ೭೦ ಅಡಿಗಳಿಗೊಂದೊಂದರಂತೆ ಸಾಲಾಗಿ ನೆಡುತ್ತಾರೆ. ಪರವಲಯ ಚಾಪದ (ಬಾಯಿಯ) ಅಗಲ ೧೦೦ ಅಡಿಗಳು, ಅದರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೪೦ ಅಡಿಗಳು ಗೋಪುರದ ತುದಿಯಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ, ೬೦ ಅಡಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ; ಸಮಾನಾಂತರ ತಂತಿಗಳ ಲೋಹಜಾಲವು ಪರವಲಯಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಸಿ ಅವುಗಳ ವರ್ತುಲ ಮೈಯನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ.

ಇಂಥ ವ್ಯೂಹವನ್ನು ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಮೇಲೆ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದರೆ, ಭೂಮಿ ಪಶ್ಚಿಮದಿಂದ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವಂತೆ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳೆಲ್ಲ ಅದರ ಅಕ್ಷವನ್ನು ದಿನಕ್ಕೊಂದು ಸಲ ಕ್ರಮಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸಮಭಾಜಕವೃತ್ತ ಭಾರತದ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವುದಿಲ್ಲ. ತಾತಾ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ಅದಕ್ಕೊಂದುಪಾಯ ಹೂಡಿದರು. ಉತ್ತರ ಅಕ್ಷಾಂಶ ಹನ್ನೊಂದು ಡಿಗ್ರಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀಲಗಿರಿಯ ಗಿರಿಕಾನನಗಳಲ್ಲಿ ಉದಕಮಂಡಲದ ಹತ್ತಿರ ಉತ್ತರದಿಂದ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಹನ್ನೊಂದು ಡಿಗ್ರಿಗಳು ಇಳಿಜಾರಾಗಿರುವ ಗುಡ್ಡದ ತಪ್ಪಲೊಂದನ್ನು ಹುಡುಕಿ ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಆ ಇಳಿಜಾರಿನ ಮೇಲೆ ೧೭೦೦ ಅಡಿ (೫೦೦ ಮೀ.) ಉದ್ದ, ೧೦೦ ಅಡಿ (೩೦ ಮೀ.) ಅಗಲದ ಈ ವರ್ತುಲ ಪರವಲಯಕ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇಂಥ ಪರವಲಯಕ ವರ್ತುಲದ ದೀರ್ಘಾಕ್ಷ ಭೂಮಿಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕದಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ಅದರ ದೀರ್ಘಾಕ್ಷದ ಸುತ್ತ ತಿರುಗಿಸಿ ನಮಗಿಷ್ಟಬಂದ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರವನ್ನು ಏಳೆಂಟು ಘಂಟೆಗಳ ಕಾಲ ನಿರಂತರ ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬಹುದು; ಅಥವಾ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿಟ್ಟರೆ, ಆಕಾಶಕಾಯಗಳೆಲ್ಲ ಅದರ ಅಕ್ಷವನ್ನು ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದು ಕ್ರಮವಾಗಿ ದಾಟಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಅಕ್ಷದುದ್ದಕ್ಕೂ ದ್ವಿಧ್ರುವೀ ಉಣಿಸು ತಂತಿಗಳನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚೋದಿತವಾಗುವ ತರಂಗ ಪ್ರವಾಹಗಳ ಪ್ರಾವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ತಕ್ಕಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿ ಪೂರ್ವ-ಪಶ್ಚಿಮ ರೇಖೆಯಿಂದ



ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆಯವರು ಉದಕಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಬೃಹದ್ದೂರದರ್ಶಕ (ತಾತಾ)

ಉತ್ತರಕ್ಕಾಗಲಿ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕಾಗಲಿ ೩೦°ಗಳಷ್ಟು ಅಂತರದಲ್ಲಿರುವ ಆಕರಗಳು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ತರಂಗಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಹಿಡಿಯಬಹದು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಇದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಾಲನೀ ದೂರದರ್ಶಕವೇ ಆಯಿತು.

ಉದಕಮಂಡಲದ ಈ ಬೃಹದ್ದೂರದರ್ಶಕ ಅನೇಕ ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದ ಅದ್ವಿತೀಯವಾದದ್ದು. ಇದರ ವೈ ವಿಸ್ತೀರ್ಣ ೫೦೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಬಾಣಲೆಯದಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ್ದರಿಂದ ಇದು ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತವಾದ ಜೋಡ್ರೆಲ್ ದಂಡೆಯ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕಿಂತ ೪ರಷ್ಟು, ಸಿಡ್ನಿಯದಕ್ಕಿಂತ ೬ರಷ್ಟು ಸಂವೇದಕತ್ವವುಳ್ಳದ್ದು. ಒಂದುಸಾವಿರ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಅರೆಸಿಬೊ ಬಾಣಲೆಯ ಸಂವೇದಕತ್ವವೇನೋ ಉದಕಮಂಡಲದ್ದಕ್ಕಿಂತ ನಾಲ್ಕರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು, ಆದರೆ ಅದು ನಿಶ್ಚಲ ಬಾಣಲೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಉದಕಮಂಡಲದರ ಉದ್ದ ೧೭೦೦ ಅಡಿಗಳಾದ್ದರಿಂದ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದಲ್ಲಿ ಇದೇ ಅರೆಸಿಬೋದನ್ನು ಮೀರಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಸಂವೇದಕತ್ವ, ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ, ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಲನೀಯತೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಉದಕಮಂಡಲದ ದೂರದರ್ಶಕಕ್ಕೆ ಸಾಟಿಯಾದದ್ದು ಬೇರೊಂದಿಲ್ಲ. ಜೊತೆಗೆ ಇದರ ರಚನಾಕ್ರಮ ಸರಳರೀತಿಯದಾದ್ದರಿಂದ ಇದು ಅಗ್ಗ ಬೆಲೆಯದು, ಆದರೂ ದಕ್ಷಸಾಧನ ಆಗಿದೆ. ಸಾಲದ್ದಕ್ಕೆ ಜೋಡ್ರೆಲ್ ದಂಡೆಯದಕ್ಕೆ ದಕ್ಷಿಣಾಕಾಶದ ಬಹುಭಾಗ ಅಗೋಚರ, ಸಿಡ್ನಿಯದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರಾಕಾಶದ ಬಹುಭಾಗ ಅಗೋಚರ, ಉದಕಮಂಡಲದ್ದಕ್ಕೆ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದ ಸುತ್ತಲ ೧೧° ಯವರೆಗಿನ ಪ್ರಾಂತ ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದದ್ದೆಲ್ಲ ಗೋಚರ.

ಇದರ ಉಣಿಸು ತಂತಿಗಳಿಗೆ ಜೋಡಿಸಿರುವ ಗ್ರಾಹಕವನ್ನು ಸೆಕಂಡಿಗೆ ೩೨.೪

ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಗಳಿಗೆ ಶ್ರುತಿಮಾಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರಧಾನ ಗುಣಗಳಿವೆ, ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಅನಿಷ್ಟ ವಿದ್ಯುತ್ತರಂಗಗಳ ಗದ್ದಲ ಈ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕಡಮೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲ ಗುಡ್ಡಗಳು ಆ ಅನಿಷ್ಟ ತರಂಗಗಳನ್ನು ತಡೆದುಬಿಡುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ೩೨.೪ ಕೋಟಿ ಆವರ್ತಗಳು ಭಾರ ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉತ್ಸರ್ಜಿಸುವ ತರಂಗಗಳು ; ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ದೂರದರ್ಶಕದ ಪರಿಣಾಮಕ ಸಂವೇದಕತ್ವ ಮತ್ತಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ.

ವರ್ತುಲೀ ಪರವಲಯಕ ತಂತೀವ್ಯೂಹವು ಚಾಂದ್ರಾಚ್ಛಾದಿತ (ಲ್ಯೂನಾರ್ ಅಕ್ಕಲ್ಟೇಷನ್) ವಿಧಾನದಿಂದ ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಆಕರಗಳ ರಚನಾವೈಖರಿಯನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ನಕ್ಷೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಸಾಧನ. ಇದುವರೆಗೆ ರೇಡಿಯೊ ಆಕರಗಳಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಐದನ್ನು ಮಾತ್ರ ದೃಶ್ಯ ಆಕರಗಳೊಂದಿಗೆ ನಿಖರವಾಗಿ ಗುರುತಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಉದಕಮಂಡಲದ ಉಪಕರಣದ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಈ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ನೀಗಿಸುವುದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ದೂರದರ್ಶಕದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಸಂವೇದಕತ್ವ ರೇಡಿಯೋ ಆಕರಗಳ ಸಂಖ್ಯಾ ಶಕ್ತಿ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿ ವಿಶ್ವರಚನೆಯ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವವಿಕಾಸದ ಹಲವು ಜಟಿಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ಬಗೆಹರಿಸೀತೆಂಬ ಆಸೆಯನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸಿದೆ.

ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ಆಕರ (QSS-ಕ್ವೇಸಾರ್ ಅಥವಾ ನಕಲ್ಪ)ಗಳಂಥ ಇನ್ನೊಂದು ಜಾತಿಯ ಅಸಾಧಾರಣ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳು ಈಚೆಗೆ ಪತ್ತೆಯಾಗಿವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ನಕ್ಷತ್ರ ಕಲ್ಪ ನೀಹಾರಕ(QSG-ನಕಲ್ಪನೀ)ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವೂ ನೀಲಿಬಣ್ಣದ ಪ್ರಖರ ಕಾಂತಿಯ ಕಾಯಗಳೇ. ಆದರೆ ಇವು ಪ್ರಸರಿಸುವ ರೇಡಿಯೋ ತರಂಗಗಳ ಶಕ್ತಿ ನಕಲ್ಪಗಳವಷ್ಟು ಪ್ರಚಂಡ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರವೂ ಭಾರಕ್ಕೆ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಅಷ್ಟೊಂದು ಕಿರಿದಲ್ಲ, ಸಾಧಾರಣ ನೀಹಾರಕಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಗಿಂತ ಲೇನೋ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಕಮಂಡಲದ ದೂರದರ್ಶಕವು ನಕ್ಷತ್ರಕಲ್ಪ ನೀಹಾರಕಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೂ ಎತ್ತಿದ ಕೈ ; ನಕಲ್ಪ, ನಕಲ್ಪನೀ (QSS, QSG)ಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಜ್ವಾಲಾ ತಾರೆಗಳ (ಫ್ಲೇರ್ ಸ್ಟಾರ್‌ಗಳ) ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕೂ ವರ್ತುಲೀ ಪರವಲಯಕ ತಂತೀವ್ಯೂಹ ತುಂಬ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಜ್ವಾಲಾ ತಾರೆಗಳು ರಕ್ತದೈತ್ಯವರ್ಗಕ್ಕೆ-ಕೆಂಚು ಪೆಡಂಭೂತ ಜಾತಿಗೆ-ಸೇರಿದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು. ಆಗಾಗ್ಗೆ ಇವು ಉರಿಯುವ ನಾಲಗೆಗಳನ್ನು ಚಾಚುತ್ತವೆ. ಆಗ ಇವುಗಳು ಪ್ರಸರಿಸುವ ರೇಡಿಯೊ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿ ಹಲವು ಸಹಸ್ರ ಪಾಲು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ ನಕ್ಷತ್ರ ಕಳಂಕಗಳ ಭೌತ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಉದಕಮಂಡಲದ ಸದ್ಯದ ದೂರದರ್ಶಕದ ವಿವಿಕ್ತೀಕರಣ ಉತ್ತರ ದಕ್ಷಿಣ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪೂರ್ವಪಶ್ಚಿಮದಲ್ಲಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಚಾಂದ್ರಾಚ್ಛಾದನ

ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ತೊಂದರೆಯಿಲ್ಲವಾದರೂ ಜ್ವಾಲಾ ತಾರೆಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗೆ ಅನಾನುಕೂಲವೇ. ಆದಕಾರಣ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳೊಳಗೆ ಪರವಲಯ ತಂತಿಗಳ ಸಾಲಿಗೆ ಲಂಬದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಪೂರ್ವಕ್ಕೆ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಕಿಲೋಮೀಟರ್‌ಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ೫೦ ಅಡಿ ವ್ಯಾಸದ ಬಾಣಲೆಯನ್ನು (ಪರವಲಯಜವನ್ನು) ಸ್ಥಾಪಿಸುವ ಯೋಜನೆ ಇದೆ. ಬಾಣಲೆ-ವರ್ತುಲಗಳನ್ನು ವ್ಯತಿಕರಣ ಮಾಪಕವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಜ್ವಾಲಾ ತಾರೆಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಸಾಂಗವಾಗಿ ನಡೆಯಬಲ್ಲದು. ಇಂಥ ವ್ಯತಿಕರಣ ಮಾಪಕದಿಂದ ನಳ್ಳಿಯ ಜ್ಯೋತಿರ್ಮೇಘದಂಥ ಆಕಾಶಕಾಯಗಳನ್ನು ಸೌರಾಚ್ಛಾದನ ವಿಧಾನದಿಂದಲೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸೌರ ಕಿರೀಟದ ರಚನಾ ವೈಖರಿ, ಸೌರಾವರಣದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ವಿನ್ಯಾಸ ಮುಂತಾದವುಗಳ ನಮ್ಮ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಪೂರ್ಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯ ರೇಡಿಯೊ ದೂರದರ್ಶಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ರಾಷ್ಟ್ರಕ್ಕೆ ಹೆಮ್ಮೆ ತರುವಂಥದ್ದೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ

ರೇಡಿಯೊ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದ ಮೇಲಣ ಈ ಲೇಖನ ಇಲ್ಲಿಗೇ ಒಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಗಿಯಬೇಕು. ಆದರೆ ಸೋವಿಯೆತ್ ರಷ್ಯ ೧೯೫೭ರ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪುಟ್ನಿಕನ್ನು ಭೂಪ್ರದಕ್ಷಿಣ ಪಥದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಿಸಿದಾಗಿನಿಂದ "ದೃಗ್ಗವಾಕ್ಷ," "ವಿಕಿರಣಗವಾಕ್ಷ"ಗಳ ಮಹತ್ವ ಬಿದ್ದು ಹೋಯಿತು; ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಯಾವ ತಂಡಗಳಿಗೆ ನಮ್ಮ ವಾಯುಮಂಡಲ ಪಾರದರ್ಶಕ, ಯಾವುದಕ್ಕೆ ಅಪಾರದರ್ಶಕವೆನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಗೌಣವಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಇನ್ನೂರು ಮೂನ್ನೂರು ಮೈಲಿಗಳಾಚೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಹೊರಗಿನ ಆಕಾಶ ಕಾಯಗಳು ಕಳಿಸುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ನಾವು ಈಗ ಹಿಡಿಯ ಬಲ್ಲೆವಾಗಿದ್ದೇವೆ. ವಿಕಿರಣ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ರಕ್ತಾತೀತ, ನೇರಿಳಾತೀತ, ಎಕ್ಸ್‌ಕಿರಣ ಇತ್ಯಾದಿ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಗಳನ್ನಾಗಿ ಭಾಗಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಿದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಹೇಗೆ ಪ್ರಭಾಣು-ಫೋಟಾನ್-ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದೇವೆಯೊ ಹಾಗೆ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಕ್ಷೇತ್ರವೂ ಗುರುತ್ವಾಣು-ಗ್ರಾವಿಟಾನ್-ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ವಾದಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಥನೆ ದೊರೆಯುತ್ತಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಗುರುತ್ವಾಣು ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವೂ ಇಂದಲ್ಲ ನಾಳೆ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡೀತು.

ಇನ್ನು ಖಗೋಳ ಕಾಯಗಳು ಉಗುಳುತ್ತಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಕಣ-ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಗವೂ ಇರಬೇಕಲ್ಲವೆ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಏಳುತ್ತದೆ ನಿಜ, ಆದರೆ ಇವು ಆವಿಷ್ಟ ಕಣಗಳಾದ್ದರಿಂದ ಅಂತರ-ನೀಹಾರಕ, ಅಂತರ-ತಾರಾ

ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇವು ವಿಚಲಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ; ಅಂದ ಮೇಲೆ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಇವು ಸಮೀಪಿಸುವ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ಇವೆಲ್ಲಿಂದ ಬಂದವು, ಇವುಗಳ ಮೂಲ ಯಾವುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ಬದಲು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ಅನಾವಿಷ್ಟಕಣಗಳಾದ್ದರಿಂದ ಅವು ವಿಶ್ವವ್ಯಾಪಕ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿಚಲಗೊಳ್ಳದೆ ನೇರವಾಗಿ ಸಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಡಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾ ಕಣವಾದ್ದರಿಂದ ಅದನ್ನೂ ಕೈಬಿಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಳಿದದ್ದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣ. ಇದು ಕಣಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅತ್ಯಂತ ವಿಸ್ಮಯಕರವಾದದ್ದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ನಾಲ್ಕೈದು ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಕೂಡ ಖಗೋಳಜ್ಞರು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ-ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಚಿಂತ್ಯವೆಂದಂದು ಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಆದ್ದರಿಂದ ಇತರ ವಿಕಿರಣ-ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಗೊಡವೆಗೆ ಹೋಗದೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ-ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತು ಎರಡು ಮಾತು ಹೇಳಿ ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಮುಗಿಸಬೇಕೆನ್ನಿಸಿದೆ.

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣದ ಕಲ್ಪನೆ ಹೊಳೆದ ಸಂದರ್ಭವೂ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿಯಾದದ್ದೇ. ಕೆಲವು ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾ ಬೀಜಗಳು—ಉದಾಹರಣೆಗೆ ೨೧೦ರ ಬಿಸ್ಮತ್—ಬೀಟ ಕಣಗಳನ್ನು ಅಂದರೆ ಅಧಿಕವೇಗದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ಉಗುಳಿ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳಾಗಿ—ಉದಾಹರಣೆಗೆ ೨೧೦ರ ಪೋಲೋನಿಯಂ ಆಗಿ—ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ, ಆದ್ದರಿಂದ ಇಂಥ ಬೀಟ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಜದಲ್ಲಿಯ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರೋಟಾನ್ ರೂಪ ತಾಳುವಾಗ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಕಿತ್ತೊಗೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಹೀಗೆ ಬೀಟ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾದಾಗಲೆಲ್ಲ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಶಕ್ತಿಯ ಆಯವ್ಯಯದ ಪಟ್ಟಿ ಹಾಕಿದಾಗ ಲೆಕ್ಕ ತಾಳೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಬಿಸ್ಮತ್ ಬೀಜದ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಪೊಲೋನಿಯಂದನ್ನು ಕಳೆದರೆ ಉಳಿದದ್ದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಬಿಸ್ಮತ್ ಬೀಜದಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಹೀಗೆ ಗುಣಿಸಿದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಹೇಗೆ ಮಂಗಮಾಯವಾಯಿತು? ಲಾಭ ನಷ್ಟದ ಲೆಕ್ಕ ಸಿಗದಿದ್ದರೆ ಸೆಟ್ಟಿಗೆ ಆಗುವ ಸಂಕಟಕ್ಕಿಂತ ಶಕ್ತಿಯ ಆಯವ್ಯಯದ ಪಟ್ಟಿ ಸರಿತೂಗದಿದ್ದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಆಗುವ ಸಂಕಟ ತೀವ್ರವಾದದ್ದು. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬಹಿಷ್ಕರಣ ತತ್ತ್ವದ ಪ್ರತಿಪಾದಕ ಪೌಲಿ ಆಯವ್ಯಯ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಾಲು ಬಿಟ್ಟುಹೋಗಿದೆಯೆಂದು ಅನುಮಾನಿಸಿದನು. ಬಿಸ್ಮತ್ ಬೀಜವು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಸಂಗಡಲೆ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುರಹಿತ, ಆವೇಶರಹಿತ ಕಣವನ್ನೂ ಸಿಡಿಸುತ್ತದೆ; ಈ ಕಣ ಕಡಮೆ ಬಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ ಕದ್ದೋಡಿ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಎಂದವನ ಊಹೆ. ಸರಿ, ಪರಮಾಣು ಪೇರಿಕೆಯ ಆದ್ಯಪ್ರವರ್ತಕ ಫರ್ಮಿ ಇದನ್ನು ಕೇಳಿ ಕಣಕ್ಕೆ ಕೂಡಲೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಎಂದು ನಾಮಕರಣಮಾಡಿದ. ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಎಂದರೆ "ಪಕ್ಷಕ್ಕೆ ಸೇರದ ಪುಟಾಣಿ" ಎಂದರ್ಥ.

ಹುಟ್ಟಿದ ಕೂಡಲೆ ನುಣುಚಿ ಹೋಗುವ, ಮಹಾಸಂಕೋಚ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು ಹೇಗೆ ಎಂಬುದು ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಯಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಭಾರವೂ ಇಲ್ಲ, ಆವೇಶವೂ ಇಲ್ಲ ಅಂದ ಮೇಲೆ ಮೇಘ ಮಂದಿರ ಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಜಾಡೂ ಮೂಡುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಅಮೆರಿಕದ ಕೊವಾನ್ ಮತ್ತು ರೇನ್ಸ್‌ಸರು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಕಣದ ಮಾಯೆಯನ್ನು ಭೇದಿಸುವ ಸಾಹಸದಲ್ಲಿ ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದರು. ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳನ್ನುತ್ಪತ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದ ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಕದ ಕವಚದ ಸುತ್ತ ನೀರಿನ ತೊಟ್ಟಿಯನ್ನು ಬಲೆಯಾಗಿ ಬೀಸಿ ತಮಗೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದ ಚಮತ್ಕಾರ ವನ್ನೆಲ್ಲ ಬಳಸಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನನ್ನೇ ಗಾಳವಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದು ಹಾಕಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ ಇವರಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ್ದು ಘಂಟೆಗೆ ಮೂರೇ ಎಂದಾಗ ಇವರದೆಂಥ ಭಗೀರಥ ಪ್ರಯತ್ನವಿರಬೇಕು ಎನ್ನಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆ!

ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಇತರ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವುದು ತುಂಬ ಅಪರೂಪ. ಭೂಮಿ, ಸೂರ್ಯ, ನಕ್ಷತ್ರ, ನೀಹಾರಕಗಳೆಲ್ಲ ಇದಕ್ಕೆ ಶೂನ್ಯಾಕಾಶ ದಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಸರಾಸರಿಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ವಿಶ್ವಗಳನ್ನು ಯಾವ ಅಡ್ಡಿಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ದಾಟಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಗೆ ವಸ್ತು ಶೂನ್ಯದ, ಆವೇಶ ಶೂನ್ಯದ, ಸಮವೇಗದ ಈ ಕಣಗಳಿಗಿಂತ ಶಾಶ್ವತವಾದದ್ದು ವಿಶ್ವದಲ್ಲೇ ಬೇರೊಂದಿಲ್ಲ, ಇವುಗಳ ಆಯುರ್ನಿರೀಕ್ಷೆ ಅನಂತವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ ಎಂದಾಗುತ್ತದೆ.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನು, ಪ್ರೋಟಾನು, ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಗಿರುವಂತೆಯೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಗಳಿಗೂ ಭ್ರಾಮಕಶಕ್ತಿ ಇದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಗಡಿಯಾರದ ಮುಳ್ಳುತಿರುಗುವ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಗಿರ್ರನೆ ತಿರುಗುತ್ತ ನಮ್ಮಿಂದಾಚೆಗೆ ಓಡಿಹೋಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ, ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತ ನಮ್ಮಕಡೆಗೆ ಓಡಿಬರುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಎಡಮುರಿ, ಬಲಮುರಿ ಕಣಗಳಿಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ, ಪ್ರತಿನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಪ್ರೋಟಾನ್ ನ್ಯೂಟ್ರಾನಾಗುವಾಗ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರೋಟಾನಾಗುವಾಗ ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆಯಾದರೂ, ವಿಪುಲವಾಗಿ ಇವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು ಬೀಜ ಸಂಮಿಲನ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿಯೇ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೂರ್ಯ ನಕ್ಷತ್ರರ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲ ಚಕ್ರದ ಮಾರ್ಗವಾಗಿ ಜಲಜನಕ ಬೀಜಗಳು ಸೇರಿ ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜಗಳಾಗುವಾಗ ಈ ಬೃಹತ್ಕಾಯಗಳಿಂದ ಹೊರಚಿಮ್ಮುವ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೭ರಷ್ಟು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂದು ಗುಣಿತವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸಲು ಅಮೆರಿಕದ ಪಿಟ್ಸ್ ಬರ್ಗಿನಲ್ಲಿರುವ ೪೦೦೦ ಅಡಿ ಆಳದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಗಣಿಯಲ್ಲಿ ಬ್ರುಕ್ಹಾವೆನ್ಸ್ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದವರೂ, ೭೫೦೦ ಅಡಿ ಆಳದ ಕೋಲಾರದ ಚಿನ್ನದ ಗಣಿಯಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯವರೂ ಸೌರ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ದೂರ

ದರ್ಶಕಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಗಣಿಗಳೇ ಏಕಾಗಬೇಕೆಂದು ಕೇಳಬಹುದು. ಈಗಾಗಲೆ ಹೇಳಿರುವಂತೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ಇತರ ಕಣಗಳೊಂದಿಗೆ ವ್ಯಾಪಾರ ನಡೆಸುವುದು ಅಪರೂಪವಾದ್ದರಿಂದ ಅವು ಯಾವ ಸಾಧನದ ಕೈಗೂ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿಗಳಲ್ಲೊಂದು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಒಂದು ಕಣವನ್ನು ಸಂಘಟ್ಟಿಸಿದಾಗ ಜನಿಸುವ ಇತರ ಕಣ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಇದನ್ನು ಅಪ್ರತ್ಯಕ್ಷವಾಗಿ ಅನುಮಾನಿಸಿ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಬೇಕು. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳೂ ಇಂಥ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಯಾವಾಗಲೂ ಲೆಕ್ಕವಿಲ್ಲದಷ್ಟನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ನೆಲದಿಂದ ಹಲವು ಸಾವಿರ ಅಡಿಗಳ ಆಳದಲ್ಲಿ ದೂರದರ್ಶಕವನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಈ ೪೦೦೦ ಅಥವಾ ೭೫೦೦ ಅಡಿ ನೆಲ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಹೀರಿಬಿಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟು ಆಳವನ್ನೂ ಭೇದಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಆಗ ಅಸಂದಿಗ್ಧವಾಗಿ ಇತರ ಗದ್ದಲಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ ಗುರುತಿಸುವುದು ಸುಲಭವಾಗುತ್ತದೆ.

ಲೀ ಮತ್ತು ಯಾಂಗರು ಸಾಮ್ಯ ನಿತ್ಯತ್ವ ನಿಯಮಗಳು (ಲಾಸ್ ಆಫ್ ಪ್ಯಾರಿಟಿ ಕನ್ಸರ್ವೇಷನ್) ಉಲ್ಲಂಘನೀಯಗಳೆಂದು ತೋರಿಸಿದ್ದಾದ ಮೇಲೆ ಫೇನ್‌ಮನ್ ಮತ್ತು ಗೆಲ್‌ಮಾನರು ಮೂಲಕಣಗಳ ನಡುವಣ ದುರ್ಬಲ ಅಂತರ-ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕವಾಗಿ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಹೊಸದೊಂದು ಏಕೀಕೃತವಾದವನ್ನು ಮಂಡಿಸಿದರು. ಇದರ ಮುಂದಿನ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಗಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯೂ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಾಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಮಾರಿಸನ್ ಮತ್ತು ಹಾಂಗ್-ಯೀ ಚಿಯೂ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಸಂಧಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಸಮಗ್ರ ವಸ್ತುವೂ ನಷ್ಟವಾಗಿ ಎರಡು ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತವೆಂಬುದು ಸರ್ವವಿದಿತವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅಪರೂಪವಾಗಿ ಇವುಗಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಒಂದು ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದೂ ಸಂಭವ ಎಂಬುದು ಇವರ ಮತ. ಎಷ್ಟು ಅಪರೂಪ ಎಂಬುದು ಇಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗಳಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಮಾತ್ರ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಜೋಡಿಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪರ್ಯವಸಾನವಾಗುತ್ತವೆಂದು ಅವರೇ ಗುಣಿಸಿದರು.

ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಸಲದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಹತ್ತು ಸಲ ಸಂಭವಿಸಬಲ್ಲ ಘಟನೆ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವೆಂದು ಅದನ್ನು ತಿರಸ್ಕರಿಸಲಿಲ್ಲ ಮಾರಿಸನ್ ಮತ್ತು ಚಿಯೂರವರು. ಏಕೆಂದರೆ ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಸಂಘಟ್ಟನೆಗಳು ಜರುಗಬಲ್ಲ ಸನ್ನಿವೇಶವೇರ್ಪಟ್ಟರೆ ಆಗ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡೂ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ಜನ್ಮತಾಳಬಲ್ಲವಲ್ಲವೆ! ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಈಗ ಸೂರ್ಯನ ಅಂತರಾಳದ ತಾಪ ೨ ಕೋಟಿ ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ಡಿಗ್ರಿಗಳು, ಈ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಸಂಮಿಳನಗೊಂಡು ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜಗಳಾಗುತ್ತಿವೆ. ಮುಂದೆ

ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಉಗ್ರಾಣ ಬರಿದಾದಂತೆ ಸೂರ್ಯ–ನಕ್ಷತ್ರ ಕುಸಿದು ಅದರ ತಾಪ ಇಪ್ಪತ್ತು ಮುವ್ವತ್ತು ಕೋಟಿ ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಗೇರಿರುತ್ತದೆ. ಆಗ ಹೀಲಿಯಂಗಳು ಸೇರಿ ಇಂಗಾಲ ಬೀಜಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಲಿಯಂಗಳೆಲ್ಲ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡ ಮೇಲೆ ನಕ್ಷತ್ರ ತಿರುಗಿ ಕುಸಿಯಲಾರಂಭಿಸುತ್ತದೆ. ಕುಸಿತದಿಂದ ತಾಪ ೬೦ ಕೋಟಿಗೇರುತ್ತದೆ. ಬೀಜ ಕ್ರಿಯಾ ವೇಗ ಹೆಚ್ಚಿ ಇಂಗಾಲಗಳು ಸಂಮಿಳನಗೊಂಡು ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಂ ಆಗುತ್ತವೆ; ಅಲ್ಲದೆ ತಾಪ ೬೦ ಕೋಟಿಯನ್ನು ದಾಟಿದಂತೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್–ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗಿ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಭಾಣುಗಳಿಗಿಂತ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳ ಪಾತ್ರ ಪ್ರಮುಖವಾಗುತ್ತ ಬರುತ್ತದೆ. ಬರಬರುತ್ತ ಮ್ಯಾಗ್ನೀಸಿಯಂ ಗಂಧಕವಾಗಿ, ಗಂಧಕ ಕಬ್ಬಿಣವಾಗಿ ಸಂಮಿಳನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿಗೆ ನಕ್ಷತ್ರದ ಅಂತರಾಳದ ತಾಪ ೬೦೦ ಕೋಟಿ ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಗೇರುತ್ತದೆ. ಒತ್ತಡವೂ ಅಗಾಧವಾಗಿರುವುದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಸ್ತು ಸಾಂದ್ರತೆ ಘನ ಸೆಮೀ. ಒಂದಕ್ಕೆ ೧೦,೦೦೦ ಕಿಲೊಗ್ರಾಂಗೆ (ನೀರಿನದರ ಕೋಟಿಯಷ್ಟಕ್ಕೆ) ಏರುತ್ತದೆ. ಈ ತಾಪ ಒತ್ತಡಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕ್ರಿಯಾ ಸ್ವರೂಪವೂ ಭಿನ್ನರೀತಿಯದಾಗುತ್ತದೆ. ಕಬ್ಬಿಣದ ಬೀಜಗಳು ಇತರ ಬೀಜಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಮಿಳಿಸುವುದರ ಬದಲು ಅವು ವಿದಳನಗೊಂಡು ತಪತಪನೆ ಹೀಲಿಯಂಗಳಾಗಿ ಹೋಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯಾ ವೇಗ ಎಷ್ಟು ರಭಸವಾಗಿರುತ್ತದೆಂದರೆ ಬರೀ ಪಾಸಿಟ್ರಾನು–ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯೇ ಘನ ಸೆಮೀ. ಒಂದಕ್ಕೆ ೧ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂನಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಸೆಕಂಡೊಂದಕ್ಕೆ ನೂರು ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ ಕೋಟಿ (೧೦^{೩೮}) ಗಳ ದರದಲ್ಲಿ ಇವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಸಂಘಟ್ಟನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ತುಂಬ ಅಪರೂಪದ್ದೆಂದು ನಾವು ಗುಣಿಸಿರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಯುಗ್ಮಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಕ್ರಿಯೆ ಕೂಡ ಪ್ರತಿ ಸೆಕಂಡೂ ಸುಮಾರು ಹತ್ತುಸಾವಿರ ಕೋಟಿಗಳಂತೆ ಸಂಭವಿಸುತ್ತದೆ. ನಕ್ಷತ್ರದ ಅಂತರಾಳದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ನುಗ್ಗಿ ಬರುತ್ತಿರುವ ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಜೋಡಿಗಳೆಬ್ಬಿಸುವ ಆಘಾತ ತರಂಗಗಳು ನಕ್ಷತ್ರದ ಹೊರಮೈಯನ್ನು ಸೇರಿದಾಗ ಅದನ್ನು ನುಚ್ಚು ನೂರಾಗಿ ಮಾಡಿ ಇಡೀ ನಕ್ಷತ್ರವೂ ಕೇವಲ ಒಂದು ಒಂದೂಕಾಲು ದಿವಸದೊಳಗೆ ಸಿಡಿದು ಬೂದಿಯಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ; ನಕ್ಷತ್ರ ಕಾಯದ ಧಾತುಗಳೆಲ್ಲ ಪ್ರೋಟಾನ್ (ಪ್ರಕಣ) ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ (ನಿರಾವಿಷ್ಟ ಕಣ), ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (ವಿದ್ಯುತ್ಕಣ), ಮೀಸಾನ್ (ಮಧ್ಯಕಣ), ಹೈಪರಾನ್ (ಬೃಹತ್ಕಣ) ಮುಂತಾಗಿ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಜಾತಿಯ ಮೂಲ ಕಣಗಳಿವೆಯೊ ಅಷ್ಟೂ ಜಾತಿಯ ಕಣಗಳಾಗಿ ಸಿಡಿದು ಚೆಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿಯಾಗಿ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹಂಚಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಇದೇ ನಮಗೆ ಪರಮನವ್ಯವಾಗಿ—"ಹೊಸ ನಕ್ಷತ್ರ" ವಾಗಿ—ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಪ್ರಾಯಶಃ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಈ ಪರಮನವ್ಯಗಳೇ ಮೂಲವಿರಬೇಕು.

ಈ ವಾದ ಸರಿಯೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆಂದು ಆಕಾಶಗಂಗೆಯಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ಸಿಡಿಯಬಹುದಾದ ಪರಮನವ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ರೇನ್ಸ್ ತನ್ನ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಂಡು ಆ ಪರಮನವ್ಯದಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳನ್ನು ಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಕಾದು ಕುಳಿತಿದ್ದಾನೆ; ಜಗತ್ತಿನ ಖಗೋಳ ವೀಕ್ಷಕರಿಗೆಲ್ಲ ಪರಮನವ್ಯ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಕೂಡಲೆ ಅದರ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ತನಗೆ ತಿಳಿಸಬೇಕೆಂದು ಅವರನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಂಡಿದ್ದಾನೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲೆಲ್ಲೋ ಒಂದು ಕಡೆ ಹೇಳಿ ಕೇಳದೆ ನಡೆಯುವ ಈ "ಬಿರುಸು ಬಾಣ"ದ ಪ್ರದರ್ಶನ ಒಂದೇ ದಿನದೊಳಗೆ ಆರಂಭವಾಗಿ ಮುಗಿದುಹೋಗುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟರೊಳಗಾಗಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಮಾಡಿ ಮುಗಿಸಿರಬೇಕು.

ಉಪಸಂಹಾರ

ಭಾರತೀಯ ದಾರ್ಶನಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊವನ್ನು ನಿರ್ಗುಣವೆಂದು ಕರೆದರೆ ತಪ್ಪಲ್ಲ, ಏಕೆಂದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಆವೇಶವಿಲ್ಲ. ಭಾರವಿಲ್ಲ. ಇದರ ಗತಿ ನೇರ, ವೇಗ ಅಚಲ, ಇದರ ರೂಪ ಸ್ಥಿರ, ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಇದು ಅವ್ಯಕ್ತ ಶಕ್ತಿಪೂರ್ಣ, ಪರಮನವ್ಯಗಳಿಂದ ಸಿಡಿದುಬರುವ ಈ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗಳು ಏನಾಗುತ್ತವೆ? ಇವು ವಿಶ್ವವನ್ನು ತುಂಬುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತವೆ, ಹೋಗಲೇಬೇಕು. ಕಾಲ ಕಳೆದಂತೆ ವಿಶ್ವದ ಶಕ್ತಿಯ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. "ನಾವು ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಬಂದು ಮಣ್ಣಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತೇವೆ" ಎಂಬ ನಾಣ್ಣುಡಿಯಿದೆ. ಸರಿ, ಆದರೆ ಆ ಮಣ್ಣು ಎಲ್ಲಿಂದ ಬಂತು, ಮುಂದೆಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕೇಳಿದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊ ಇಂದ ಬಂತು, ನ್ಯೂಟ್ರಿನೊಗೇ ಹೋಗುತ್ತದೆ ಎಂದನ್ನಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಯಾತ್ರೆ ನಿರ್ಗುಣದಿಂದ ನಿರ್ಗುಣಕ್ಕೆ ಇದ್ದೀತೊ!

ಕೃತಜ್ಞತೆ :

(ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾ) ಈ ಅಂಕಿತವಿರುವ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಎ. ಕ್ರೌಸ್‌ನ "ರೇಡಿಯೊ ಅಸ್ಟ್ರಾನಮಿ" (೧೯೬೭) ಇಂದ ಆಯ್ದು ನ್ಯೂಯಾರ್ಕಿನ ಮೆಕ್‌ಗ್ರಾಹಿಲ್ ಬುಕ್ ಕಂಪೆನಿಯವರ ಅಪ್ಪಣೆ ಪಡೆದು ಪುನರ್ಮುದ್ರಿಸಿದೆ.

(ತಾತಾ) ಈ ಅಂಕಿತದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಮುಂಬಯಿಯ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆಯ ರೇಡಿಯೊ ಅಸ್ಟ್ರಾನಮಿ ವಿಭಾಗದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ಕೃಪೆ ಮಾಡಿ ಒದಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವರೀರ್ವರಿಗೂ ಲೇಖಕನು ಕೃತಜ್ಞ.

ಸನಿಹದವೋ ದೂರದವೋ ವಿಶ್ವದ
ವಸ್ತುವಿವೆಲ್ಲವ ಪೋಣಿಸಿದೆ
ಮಹಾಶಕ್ತಿ ಅವಿನಾಶಿ – ಅದೆಂತೆನೆ
ಹೂವೊಂದನು ನೀನಲುಗಿಸಲಾರೆ
ತಾರಗೆಯೊಂದನು ನೋಯಿಸದೆ

ಮೂಲ: ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಥಾಂಪ್ಸನ್ ಅನುವಾದ: ಪು.ತಿ.ನ.

ಎಚ್. ಎಸ್. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ

ಅತಿಶೈತ್ಯ, ಅದರ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳು

ದಿನಚರಿಯ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಚಳಿ, ಸೆಕೆ ಎಂದು ನಾವು ವರ್ಣಿಸುವಾಗ ಇರುವ ತಾಪಗಳ ಅಂತರವು ಅತ್ಯಂತ ಮಿತವಾದದ್ದು. ತಾಪವು ೪೦° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್‌ಗೆ ಏರಿದರೆ ಸೆಕೆಯನ್ನು ತಡೆಯಲಾರೆವು; ತಾಪವು ೧೫° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್‌ಗೆ ಇಳಿದರೆ ಅತಿ ಚಳಿ ಎಂದು ಗೊಣಗಿ ಬೆಚ್ಚನೆಯ ಬಟ್ಟೆಗಳ ರಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ತಾಪವು ಮಿತವಾಗಿ ಏರಿಳಿಯುವ ಭೂಪ್ರದೇಶ ಬಗೆಬಗೆಯಾದ ಸಸ್ಯ, ಪಕ್ಷಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಕಂಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಬಹುಶಃ ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಈ ತಾಪದ ಸೌಲಭ್ಯತೆ ಇಲ್ಲದಿರುವ ಕಾರಣ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಸಸ್ಯ, ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗಗಳಾವುವೂ ಅಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲದೆ ಇರಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಣ ಸಸ್ಯ, ಮೃಗಗಳ ಸಮೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಮಾನವರ ವಿವಿಧ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಈ ಹಿತವಾದ, ಮಿತವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನುಳ್ಳ ತಾಪಗಳ ವೈಚಿತ್ರ್ಯವೆಂದು ಎಣಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಹಿತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿ ಪಡೆದಿರುವ ಮಾನವನು, ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಪ ಮತ್ತು ಅತಿ ಶೈತ್ಯಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತಾನೆ. ಈಗ ಅತಿ ಶೈತ್ಯ ಎಂದರೇನು, ಅದನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನಗಳಾವುವು, ಅಂತಹ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಮತ್ತು ವಿಸ್ಮಯಕರವಾದ ಯಾವ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ವಿಚಾರ ಮಾಡೋಣ.

ಶೈತ್ಯೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಗುಟ್ಟನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು, ವಸ್ತುವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಒಳಗಡೆ ಏನಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ. ವಸ್ತು ಘನರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅದರ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಸ್ಫಟಿಕಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುಗಳು ಸ್ಫಟಿಕ ಜಾಲದ (crystal lattice) ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಆಕ್ರಮಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ, ವಸ್ತು ಆಕರ್ಷಕವಾದ ಜಾಮಿತೀಯ ರೂಪವೊಂದನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ಜಾಲದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ನಿಶ್ಚಲವಾಗಿರದೆ, ಸದಾ ತಮ್ಮ ಮಾಧ್ಯ ಸ್ಥಾನಗಳ ಆ ಕಡೆ, ಈ ಕಡೆ

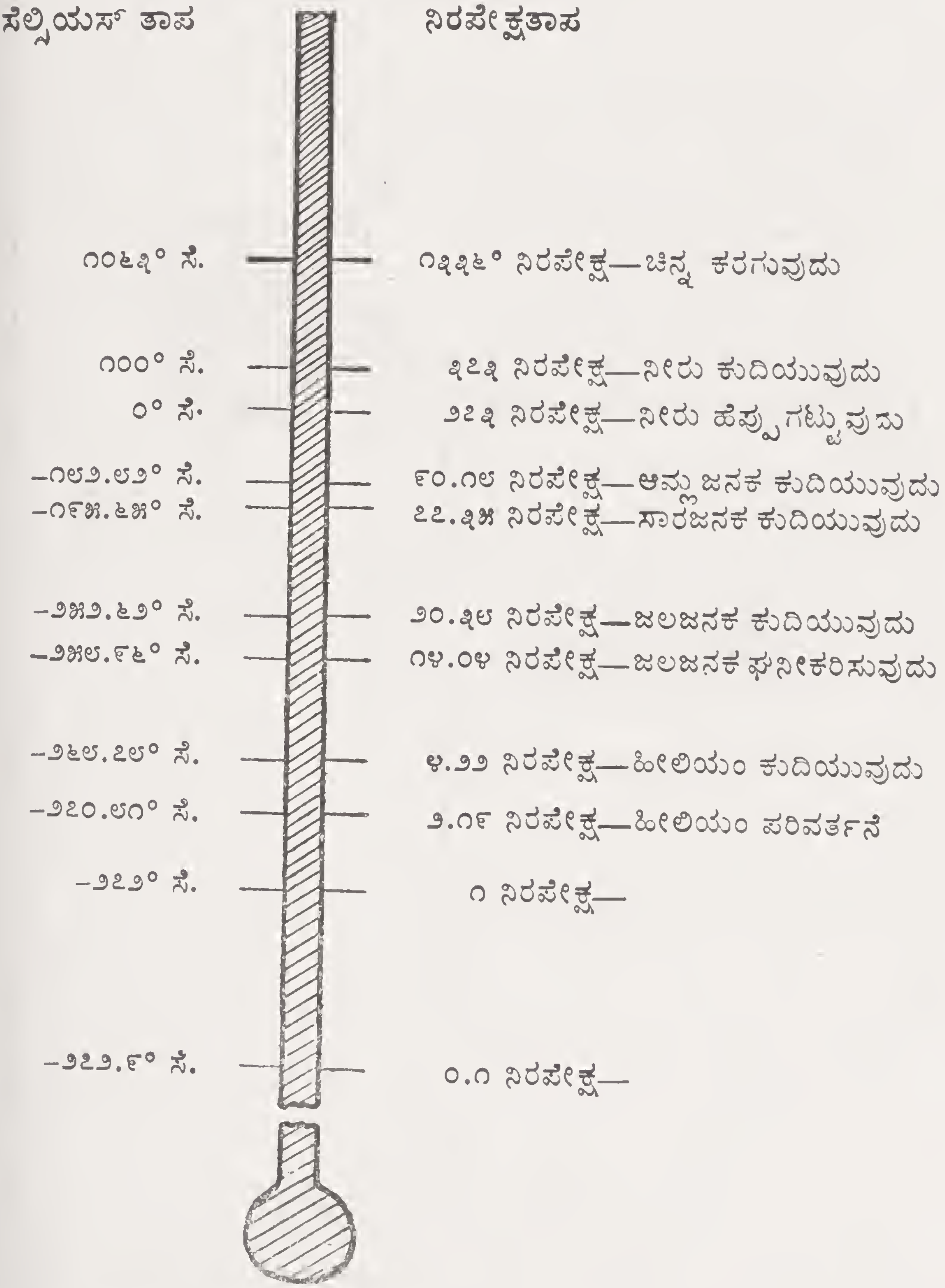
ಆಂದೋಳನಗೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಅಣುಗಳ ಆಂದೋಳನ ಶಕ್ತಿಯು ತಾಪಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ತಾಪವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಆಂದೋಳನ ವೈಶಾಲ್ಯವು (amplitude of oscillation) ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಕರಗುವ ಬಿಂದು (melting point) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ತಾಪವನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ, ಅಣುಗಳ ಆಂದೋಳನವು ಅತಿ ತೀವ್ರವಾಗಿ, ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ವರ್ತಿಸುವ ಬಲಗಳಿಂದ ಅಣುಗಳು ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಿ ಸ್ಫಟಿಕಾಕೃತಿಯು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕುಸಿದು ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನೇ ವಸ್ತು ಕರಗುವುದು ಎಂದು ನಾವು ವರ್ಣಿಸುವುದು. ವಸ್ತು ಕರಗಿ ದ್ರವವಾದ ನಂತರ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ನಾನಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುತ್ತವೆ, ಮತ್ತು ಈ ರೀತಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ ಒಂದರೊಡನೆ ಮತ್ತೊಂದು ಡಿಕ್ಕಿ ಹೊಡೆಯುತ್ತವೆ. ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಅಣುಗಳು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಇಳಿಯುತ್ತವೆ. ದ್ರವವನ್ನು ಕಾಯಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಈ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಚಲನೆಯು ಅಧಿಕವಾಗಿ ವಸ್ತು ಬಾಷ್ಪ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲಪುತ್ತದೆ. ಬಾಷ್ಪವನ್ನೂ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅಣುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾದ(disorderly) ಮತ್ತು ಗೊತ್ತುಗುರಿ ಇಲ್ಲದ (random) ಚಲನೆಯು ಅಧಿಕಗೊಂಡು ಅವುಗಳ ಚಾಲನ ಶಕ್ತಿಯು ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ, ತಾಪವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅಣುಗಳ ಸ್ಥಾನ ಮತ್ತು ವೇಗಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಎಂದು ನಾವು ಅರಿಯಬಹುದು. ನಾವು ತಾಪದಿಂದ ಪಡೆಯುವ ಅನೇಕ ಉಪಕಾರಗಳು, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವಿವಿಧ ರಾಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು, ಜೀವರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳು (biochemical reactions), ಈ ಅಣು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದಲೇ ಜರುಗುತ್ತದೆ. ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ (ultra-microscope) ದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದಾದ ನಿಲಂಬಿತ ಕಣಗಳ (colloidal particles) 'ಬ್ರೌನಿಯನ್ ಚಲನೆ' ಅಣುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥ ಚಲನೆಯ ಪ್ರತಿರೂಪ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಲೇ ಉಂಟಾದದ್ದು. ಉಷ್ಣ ಚಾಲನಶಾಸ್ತ್ರ (thermodynamics) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಉಷ್ಣ ವಿಜ್ಞಾನದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ, ಅಣು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಏರುವಿಕೆಯನ್ನು 'ಎಂಟ್ರೊಪಿ'ಯ ಹೆಚ್ಚುವಿಕೆಯಿಂದ ಅಳೆಯಬಹುದೆಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ ; ಅಲ್ಲದೆ

$$\text{ಎಂಟ್ರೊಪಿಯ ವೃದ್ಧಿ} = \frac{\text{ವಸ್ತುವು ಗ್ರಹಿಸಿದ ಉಷ್ಣ}}{\text{ಉಷ್ಣ ಗ್ರಹಣದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪ}}$$

ಎಂದೂ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಲಿನ ಪರಿಶೀಲನೆಯಲ್ಲಿ, ಕಡಿಮೆ ತಾಪಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕವಾದ ಗುಟ್ಟು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅದರ 'ಅಣುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು' ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಅದರ ಎಂಟ್ರೊಪಿಯನ್ನು ಇಳಿಸಬೇಕು. ಸೂಕ್ತವಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಅಣು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳ ತಾಪಗಳು ತಗ್ಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಮತ್ತು ಆ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ

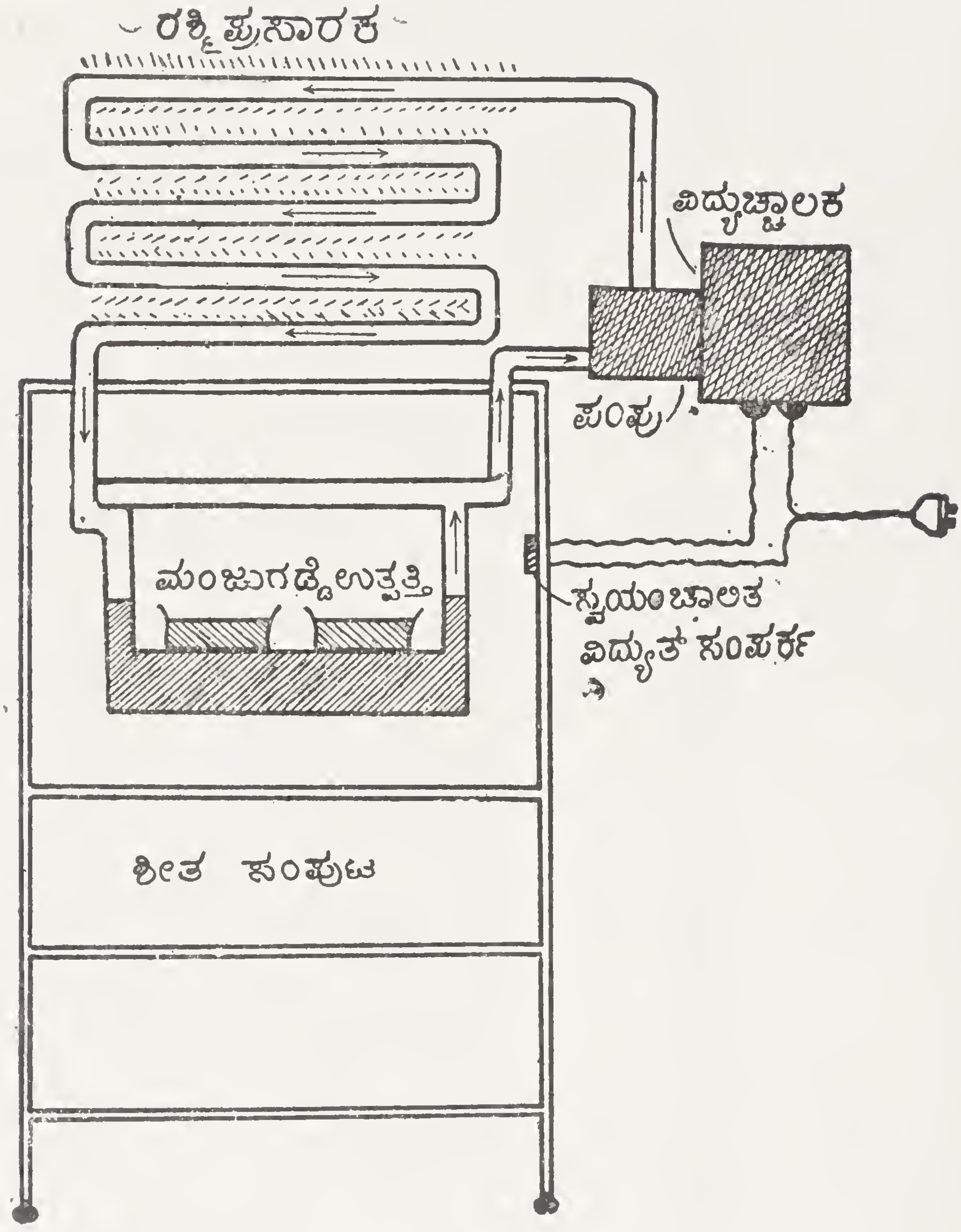
ಕಂಡು ಬರುವ ಉಪಯೋಗ ಮತ್ತು ಸ್ವಾರಸ್ಯ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಈಗ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಈ ಕಡಿಮೆ ತಾಪಗಳಿಗೂ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ತಾಪಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಚಿತ್ರ ೧ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ನಾವು ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಲ್ಪ ತಾಪ ಯಾವುದು ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಅಣು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ತಗ್ಗಿಸಿ, ಕೊನೆಗೆ ಪರಿಪೂರ್ಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಲುಪಿದರೆ,



ಚಿತ್ರ ೧. ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾಪಗಳು

[ಲಘು ಗಣಕೀಯ ಮಾಪನದಂತೆ (logarithmic scale) ಗುರ್ತಿಸಿರುವುದು]

ಅತಿ ತಗ್ಗಿನ ತಾಪವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ತಗ್ಗಿನ ತಾಪವಿಲ್ಲ. ಈ ತಾಪವನ್ನೇ ಪರಮಶೂನ್ಯ ತಾಪ ಅಥವಾ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ತಾಪ (absolute zero temperature) ಎಂದು ಕರೆಯುವುದು. ಉಷ್ಣ ಚಾಲನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಇದರ ಬೆಲೆಯು –೨೭೩.೧೬ ಡಿಗ್ರಿ ಸೆಲ್ಸಿಯಸ್ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಹಂತ ಹಂತವಾಗಿ ಈ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ತಾಪವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸಲು ಅನುಸರಿಸಿದ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಈಗ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ.



ಚಿತ್ರ ೨. ಪ್ರಶೀತಕ (Refrigerator)

ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ತಾಪದ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿನ ತಾಪಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಅತ್ಯಂತ ಸುಲಭಮಾರ್ಗವು, ಮನೆಗಳಲ್ಲೂ ಸಹ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ 'ಫ್ರಿಜ್' ಅಥವಾ 'ರೆಫ್ರಿಜರೇಟರ್' ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಪ್ರಶೀತಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿ

ಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ಅಮೋನಿಯ, ಸಲ್ಫರ್ ಡೈಆಕ್ಸೈಡ್ ಮಿಥೈಲ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್, ಫ್ರೀಯಾನ್ ಮುಂತಾದ ಅನಿಲಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಿ ಸಂಕೋಚನದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ರಶ್ಮಿ ಪ್ರಸಾರ ದಿಂದ ವಿಸರ್ಜಿಸಿ ಅನಿಲದ ತಾಪವು ಏರದಂತೆ ಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಅನಿಲದ ಎಂಟ್ರೊಪಿ ತಗ್ಗುತ್ತದೆ, ಅಂದರೆ ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯವಸ್ಥ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದು ಅನಿಲವು ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ರವವು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಸಂಪುಟದ (freezer) ಸುತ್ತ, ಚಿತ್ರ ೨ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಶೇಖರಿಸುತ್ತದೆ. ದ್ರವವಿರುವ ಈ ಭಾಗವನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸುವ ಸಾಧನದ (compressor) ಅನಿಲ ವನ್ನು ಸೆಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಭಾಗಕ್ಕೆ (suction side) ಸೇರಿಸಿರುವುದರಿಂದ ದ್ರವವು ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಬಾಷ್ಪೀಕರಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಉಷ್ಣವೂ ದ್ರವದಿಂದಲೇ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಅದರ ತಾಪವು ಸಾಕಾದಷ್ಟು ತಗ್ಗಿ, ಒಳಗಡೆ ಪಾತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿರುವ ನೀರನ್ನು ಹೆಪ್ಪುಗಟ್ಟುವಂತೆ ಮಾಡಿ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಪ್ರಶೀತಕದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಶೈತ್ಯ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಶೈತ್ಯವು ಬೇಕಾದದ್ದಕ್ಕಿಂತ ಅಧಿಕವಾದರೆ ಸ್ವಯಂಚಾಲಿತ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಪರ್ಕವು ಕಡಿದು ಸಂಕುಚಿಸುವ ಸಾಧನವನ್ನು ನಡೆಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಚಾಲಕವು ನಿಂತು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಶೈತ್ಯವು ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ವಿದ್ಯುತ್ಸಂಪರ್ಕವು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾನೇ ಉಂಟಾಗಿ, ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯು ಮತ್ತೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ.

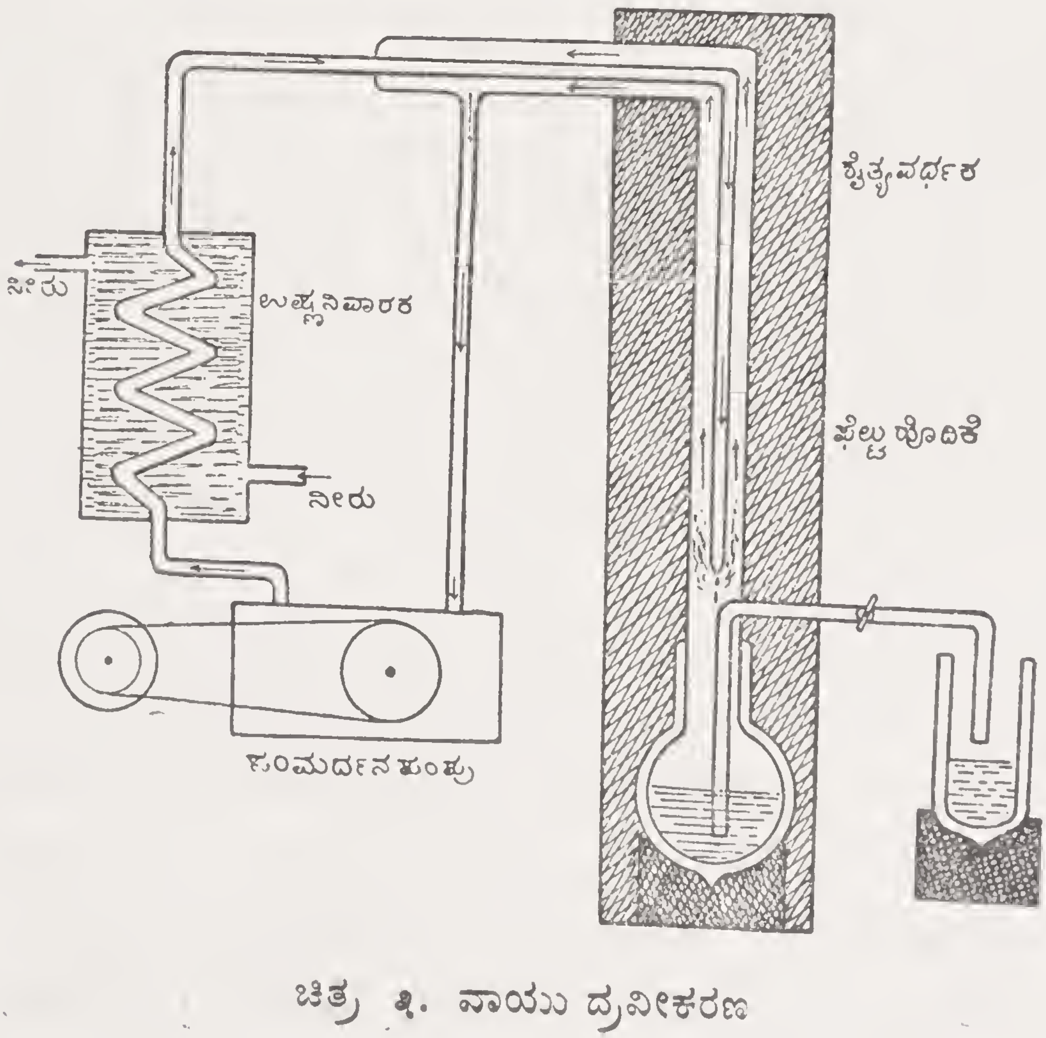
ಈಗ ವಿವರಿಸಿದುದು ಅತಿ ಶೈತ್ಯದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಹೆಜ್ಜೆಯಾದರೂ ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿಯೇ ವಿಸ್ಮಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಗುಣಗಳು ಗೋಚರಕ್ಕೆ ಬಂದು ಅವು ಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಜನಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಶೈತ್ಯ ತಾಪ ಗಳಲ್ಲಿ, ಕಾಯಿ ಪಲ್ಯಗಳು, ಹಣ್ಣು, ಹಾಲು, ಮೊಸರು, ಬೇಯಿಸಿದ ಪದಾರ್ಥ ಮುಂತಾದ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಕೆಟ್ಟು ಹೋಗದಂತೆ, ಕೊಳೆಯದಂತೆ, ಅವುಗಳು ಹೊಸದರಂತೆ ಇರುವಂತೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಇಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕೆಡುವುದು, ಮತ್ತು ಕೊಳೆಯುವುದು ಒಂದು ಜೀವ ರಸಾಯನಿಕ ಕಾರ್ಯ (biochemical action). ಈ ಕಾರ್ಯಗಳ ವೇಗವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ತಾಪವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ತಾಪವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದರೆ ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯದಂತೆ ತಡೆಗಟ್ಟಬಹುದು. ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಆಹಾರದ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅವಶ್ಯಕತೆಯು, ಅವುಗಳ ದೇಹ ತಾಪವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ, ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. 'ಶೀತನಿದ್ರೆ' ಮಾಡುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳು (hibernating animal) ತಮ್ಮ ದೇಹತಾಪಗಳನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಇಳಿಸಿಕೊಂಡು, ಆಹಾರ ಸೇವನೆಯೇ ಇಲ್ಲದೆ, ಯಾವ ಚಟುವಟಿಕೆಯೂ ಇಲ್ಲದೆ ನಿದ್ರಾಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದಿನಗಳು, ಇಲ್ಲವೆ ತಿಂಗಳುಗಳನ್ನೂ ಸಹ ಕಳೆಯಬಲ್ಲವು.

ನಂತರ ಈ ನಿದ್ರೆಯಿಂದ ಎಚ್ಚತ್ತು ಕ್ರಮೇಣ ತಮ್ಮ ಹಿಂದಿನ ಜೀವನವನ್ನು ಯಥಾಸ್ಥಿತಿಯಾಗಿ ನಡೆಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಚಾರದಿಂದ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆದು, ಹೃದಯ ಮತ್ತು ಮಿದುಳುಗಳ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ವಿಧಾನವು ಆರಂಭಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದನ್ನೂ ಸಹ ಶೀತ ನಿದ್ರೆ (frozen sleep or hypothermia) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಒಳಗಾಗಬೇಕಾದ ರೋಗಿಯನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿ ದೇಹತಾಪವು ಎಂದಿನ ತಾಪವಾದ ೩೭° ಸೆ. ನಿಂದ, ೧೦° ಅಥವಾ ೧೫° ಗಳಷ್ಟು ಇಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ರೋಗಿಯ ಮಿದುಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಬೇಕಾದ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪರಿಮಾಣವು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಮಿದುಳಿಗೆ ಅಪಾಯ ಸಂಭವಿಸಿದಂತೆ, ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚು ನಿಮಿಷಗಳನ್ನು ಪಡೆದು, ಹೃದಯದ ಮತ್ತು ಮಿದುಳಿನ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯರು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಡೆಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಇಂತಹ ಶೀತಲೀಕರಣದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಸ್ಮಯವಾದ ಸಂಗತಿಯು ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಒಳಗಡೆ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಯುಗದಲ್ಲಿ, ಅಂದರೆ ಮಾನವ ಇತಿಹಾಸಕ್ಕೂ ಬಹಳ ಹಿಂದೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ದೇಹಗಳು ಅಚ್ಚಳಿಯದೆ ಉಳಿದಿವೆ. ಯಾವುದೋ ಕಾರಣದಿಂದ ಅತಿ ಶೈತ್ಯದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ, ಜೊತೆಗೆ ಮಣ್ಣು ಇವುಗಳು ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಅವುಗಳನ್ನು ಜೀವಸಮಾಧಿ ಮಾಡಿರಬೇಕು. ಈಗ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಅಗೆದು ತೆಗೆದು ಅವುಗಳನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಕರಗಿಸಿದರೆ ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಆನೆಗಳು, ಕರಡಿಯಂತೆ ಕೂದಲುಳ್ಳ ಖಡ್ಗಮೃಗಗಳು ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳ ಶರೀರವು ಸ್ವಲ್ಪವು ಕೆಟ್ಟಿಲ್ಲ; ಕಡೆಗೆ ಅವುಗಳು ಹೂತು ಹೋಗುವಾಗ ಅವುಗಳ ಬಾಯಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಆಹಾರಗಳೂ ಕೂಡ ಅಚ್ಚಳಿಯದೆ ಇರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಅತಿಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ –೧೫೦° ಸೆ. ಗೆ. ಶೈತ್ಯ ಗೊಳಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರಬೇಕೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ, ಅದರ ಜೊತೆಗೆ ಸಾಧಾರಣ ಉಪ್ಪು ಇಲ್ಲವೆ ಕಾಲ್ಶಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಲವಣವನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಶೀತಲೀ ಕರಣ ಮಿಶ್ರಣಗಳಿಂದ (freezing mixtures) ಸುಮಾರು ೫೦° ಸೆ. ನಷ್ಟು ಶೈತ್ಯವನ್ನು ತಲಪಬಹುದು. ಈ ಶೈತ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಸಾರಜನಕ, ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಅರ್ಕಾನಿಲ (helium ಹೀಲಿಯಮ್) ಇವುಗಳು ಅನಿಲಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದು ಅವುಗಳ ಅಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಿ, ಅನಿಲಗಳನ್ನು ದ್ರವ ರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶೈತ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ, ಈ ಅನಿಲಗಳ ದ್ರವೀಕರಣಕ್ಕೆ ಉಪಾಯವನ್ನು ಕಾಣದೆ ಇದ್ದ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇವು 'ಶಾಶ್ವತ ಅನಿಲಗಳು'

(permanent gases) ಎಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಆಂಡ್ರೂಸನ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಅನಿಲಗಳ ದ್ರವೀಕರಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮುಖ್ಯ ಗುಟ್ಟೊಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅನಿಲವನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅದನ್ನು, ಅದರ ಉತ್ಕಟ ತಾಪಕ್ಕಿಂತ (critical temperature) ಕೆಳಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ; ಇಲ್ಲವಾದರೆ ಎಷ್ಟೇ ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಸಹ ದ್ರವೀಕರಣ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಅನಿಲಗಳನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಲು, ಜೌಲ್-ಥಾಮ್ಸನ್ನರು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪರಿಣಾಮವು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಾಯಕವಾಗಿದೆ. ಸಂಕುಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಅನಿಲವನ್ನು ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೆ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಅದು ಶೈತ್ಯಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದೇ ಈ ಪರಿಣಾಮ. ಈ ಮೇಲಿನ ತತ್ವಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಲಿಂಡೆ (Linde) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಗಾಳಿಯನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿದನು. ಲಿಂಡೆಯು ಶುದ್ಧ ಗೊಳಿಸಿದ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಿ, ಸಂಮರ್ದನದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಗಾಳಿಯು ಹರಿಯುವ ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಸುತ್ತುವರಿದ ತಣ್ಣನೆಯ ನೀರಿನಿಂದ ನಿವಾರಿಸಿ, ಗಾಳಿಯನ್ನು ಕೊಳವೆಯ ತುದಿಯಲ್ಲಿರುವ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಹೊರಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿದನು. ಹೊರಬಂದ ಗಾಳಿಯು ಜೌಲ್-ಥಾಮ್ಸನ್ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಶೈತ್ಯಗೊಂಡು ಗಾಳಿಯನ್ನು ಒಳಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಿರುವ ಕೊಳವೆಯ



ಚಿತ್ರ ೩. ವಾಯು ದ್ರವೀಕರಣ

ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹರಿದು, ಕ್ರಮೇಣ ಒಳಕ್ಕೆ ಹರಿದು ಬರುವ ಗಾಳಿಯ ತಾಪವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ತಾಪವು ಸಾಕಾದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಗಾಳಿಯು ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಾಳುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಾಯು ದ್ರವೀಕರಣ ಸಾಧನವನ್ನು ಚಿತ್ರ ೩ ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪಡೆದ ದ್ರವ ವಾಯುವು ಹೊರಗಿನ ವಾತಾವರಣದಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಅತ್ಯಂತ ರಭಸದಿಂದ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ತೊಡಕನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಡೆವಾರನು, ಡೆವಾರ್ ಫ್ಲಾಸ್ಕ್ (Dewar flask) ಅಥವಾ ಡೆವಾರ್ ಜಾಡಿ (Dewar jar) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಗಾಜಿನ ಪಾತ್ರೆಯನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಈ ಪಾತ್ರೆಗಳು ಜೋಡಿ ಭಿತ್ತಿಗಳು ಉಳ್ಳವಾಗಿ, ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಇರುವ ಪ್ರದೇಶ ನಿರ್ವಾತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಭಿತ್ತಿಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಎದುರಿಸುವ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಗೆ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಲೇಪವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಏರ್ಪಾಟಿನಿಂದ ಉಷ್ಣವು, ಪಾತ್ರೆಯಿಂದ ಹೊರಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಪಾತ್ರೆಯ ಒಳಕ್ಕೆ, ಹರಿಯುವುದು ಅತಿ ಅಲ್ಪವಾಗುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿ ಇರುವ 'ಥರ್ಮಾಸ್ ಫ್ಲಾಸ್ಕ್'ಗಳು ಡೆವಾರ್ ಜಾಡಿಗಳೇ. ಹೀಗೆ ದ್ರವ ವಾಯುವನ್ನು ಕಾಪಾಡುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿಂದ ಡೆವಾರ್ ಜಾಡಿ ಅಥವಾ ಥರ್ಮಾಸ್ ಜಾಡಿಯ ನಿರ್ಮಾಣವಾಯಿತು.

ದ್ರವ ವಾಯುವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಸುಮಾರು -೧೯೦° ಸೆ. ಅಥವಾ ೮೩° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪವನ್ನು ತಲಪಬಹುದು. ವಸ್ತುವನ್ನು ಈ ತಾಪಕ್ಕೆ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದರೆ ಸಾಧಾರಣ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರದೇ ಇರುವ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ನೂತನ ಗುಣಗಳನ್ನು ವಸ್ತುವು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಬಾಳೆಯ ಹಣ್ಣನ್ನಾಗಲೀ, ಮೆತ್ತನೆಯ ರಬ್ಬರ್ ಕೊಳವೆಯನ್ನಾಗಲಿ ದ್ರವ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದರೆ ಅವುಗಳ ಮೃದುತ್ವವು ಮಾಯವಾಗಿ ಭಂಗುರತೆಯುಳ್ಳ (brittleness) ಪೆಡಸು ಪದಾರ್ಥಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಜಜ್ಜಿ ಸಣ್ಣಗೆ ಪುಡಿಮಾಡಬಹುದು. ಇದು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುವ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಗುಣ. ಸುಲಭವಾಗಿ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಡನೆ ಸಂಯೋಗವಾಗಬಹುದಾದ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳು, ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು (hormones), ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳು (vitamins), ಪೆನಿಸಿಲ್ಲಿನ್ (penicillin) ಮುಂತಾದ ಔಷಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದ್ರವ ವಾಯುವಿನ ತಾಪಕ್ಕೆ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿ, ನಂತರ ಪುಡಿಮಾಡುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳು ತಮ್ಮ ಗುಣವನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಘನೀಕರಣ ಪುಡಿಮಾಡುವಿಕೆ (freeze grinding) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪಾದರಸವನ್ನು ಈ ತಾಪಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿದರೆ ಲಭಿಸುವ ಕಠಿನವಾದ ಮುದ್ದೆಯಿಂದ ಒಂದು ಮೊಳೆಯನ್ನು ಮರಕ್ಕೆ ನಾಟುವಂತೆ ಹೊಡೆಯಬಹುದು. ಮೃದುವಾದ ಸೀಸದಿಂದ ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಘಂಟೆಯನ್ನು ಈ ತಾಪಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿದರೆ, ಒಂದು

ಬೆಳ್ಳಿಯ ಘಂಟೆಯಂತೆ ನಾದವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ; ಸೀಸವು ಈ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವವನ್ನು (elasticity) ಪಡೆಯುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದ 'ಫ್ಯೂಸ್ ವೈರ್' (fuse wire) ಎಂಬ ಮೆದು ತಂತಿಯಿಂದ ಮಾಡಿದ ಸುರುಳಿಯು (spring) ದ್ರವ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ತೆಗೆದನಂತರ ಉಕ್ಕಿನ ಸುರುಳಿಯಂತೆ ಆಂದೋಳನ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ತೆಂಗಿನ ಚಿಪ್ಪಿನ ಇದ್ದಿಲನ್ನು ದ್ರವ ವಾಯುವಿನಿಂದ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದರೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಬಾಷ್ಪಗಳನ್ನು ಹೀರುವ ಅಂದರೆ ಅಧಿಶೋಷಣ (adsorption) ಮಾಡುವ ಗುಣವನ್ನು ಅದು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣವಾದ ನಿರ್ವಾತವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕಾದಾಗ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದಿರುವ ಅನಿಲ ಅಥವಾ ಬಾಷ್ಪ ಶೇಷಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೊಡೆದುಹಾಕುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದ ಈ ಇದ್ದಲು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ಲಿಂಡೆ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪಡೆದ ದ್ರವ ವಾಯುವನ್ನು ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಪಡೆದು ಅದನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿನ ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಉಕ್ಕಿನ ಸಿಲಿಂಡರುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿ ಅದರ ಉಪಯೋಗವಿರುವ ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ರವಾನಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಸೂಕ್ತವಾದ ಧಾರಿತ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಳುಹಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಹಿಂದೆ ಅನಿಲರೂಪದಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಸಿಲಿಂಡರುಗಳಲ್ಲಿ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಈಗ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಿಲಿಂಡರಿನಲ್ಲಿ ಕಳುಹಿಸಬಹುದು. ಎಸಿಟಿಲಿನ್ ಅಥವಾ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಆಮ್ಲಜನಕ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಉರಿಸಿ ಆಕ್ಸಿ-ಎಸಿಟಿಲಿನ್ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿ-ಹೈಡ್ರಜನ್ ಜ್ವಾಲೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದು ಕ್ವಾರ್ಟ್ಜ್ (quartz) ಮತ್ತು ಉಕ್ಕನ್ನು ಕರಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅತ್ಯಂತ ರಭಸದಿಂದ ಬಹುದೂರ ಹಾರುವ ಕ್ಷಿಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಧನವನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಉರಿಸಲು ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಉಕ್ಕಿನ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ದಹನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ರಗೊಳಿಸಲು ಅಧಿಕ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕವು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ.

ದ್ರವ ವಾಯು ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪೋತ್ಪಾದಕವಾಗಿ (by-product) ದೊರಕುವ ದ್ರವ ಸಾರಜನಕಕ್ಕೂ ಸಹ ಉಪಯೋಗಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತಿವೆ. ಎರಡು ಕೊಳವೆಗಳು, ಉಂಗುರಗಳು ಮುಂತಾದ ಲೋಹ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಸೇರಿಸಲು (for tight fit) ಒಳಭಾಗವನ್ನು ದ್ರವ ಸಾರಜನಕದಿಂದ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಿ ಹೊರಭಾಗದ ಒಳಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದನಂತರ ಎಂದಿನ ತಾಪಕ್ಕೆ ಮರಳಿದಾಗ ಎರಡೂ ಅತಿ ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು 'ಕುಗ್ಗಿಸಿ ತೊಡಿಸುವುದು' (shrink fitting) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯಾಗುವ ಸಂಭವವಿರುವುದರಿಂದ ದ್ರವ ಸಾರಜನಕವನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು.

ದ್ರವ ವಾಯುವಿನ ಶೈತ್ಯವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಜೀವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಒಂದು ಪವಾಡವನ್ನೇ ನಡೆಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಅವರು, ಬಹು ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ, ಕೋಳಿಮರಿಯ ಭ್ರೂಣದ (chicken embryo) ಹೃದಯವನ್ನು ಅದು ಮಿಡಿಯುತ್ತಿರುವ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಕ್ರಮೇಣ ದ್ರವ ವಾಯುವಿನ ಶೈತ್ಯಕ್ಕೆ ಇಳಿಸಿ ಕೆಲವು ಕಾಲ ಅದೇ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಇಟ್ಟರು. ನಂತರ ಅದನ್ನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಎಂದಿನ ತಾಪಕ್ಕೆ ತಂದಾಗ ಆ ಹೃದಯವು ಪುನಃ ಮಿಡಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಅದಕ್ಕೆ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಕುಂದೂ ಆಗಿರುವಂತೆ ತೋರಿಬರಲಿಲ್ಲ. ಈ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಫಲಿತಾಂಶದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಜಟಿಲವಾದ ಅಂಗಗಳುಳ್ಳ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು, ಕಡೆಗೆ ಮನುಷ್ಯನನ್ನೇ ಈ ರೀತಿ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಶೈತ್ಯನಿದ್ರೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಪುನಃ ಜೀವಸಹಿತ ಎಂದಿನ ಲವಲವಿಕೆಯಿಂದ ಎಚ್ಚರಗೊಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದೆಂಬ ಊಹೆ ಉದ್ಭವವಾಗುವುದು ಸಹಜ. ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿ ಬಹಳ ಮುಂದುವರಿದು ಇಂತಹ ಸಾಹಸ ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ನಿಜವಾದ 'ರಿಪ್‌ವಾನ್ ವಿಂಕಲ್ಲಿನ' ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

೧೮೯೮ ರಲ್ಲಿ ಡೆವಾರನು ಜಲಜನಕವನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿದುದರಿಂದ ಅತಿಶೈತ್ಯದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಇಟ್ಟಂತಾಯಿತು. ಜನಜನಕವನ್ನು, ಮೊದಲು ದ್ರವ ವಾಯುವಿನಿಂದ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿ, ನಂತರ ಜೌಲ್-ಥಾಮ್ಸನ್ ವಿಧಾನದ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಅದನ್ನು ಒಳಪಡಿಸಿದುದರಿಂದ ಡೆವಾರನ ಪ್ರಯತ್ನವು ಸಫಲವಾಗಿ ಜಲಜನಕವು ದ್ರವರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿತು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕದ ಅಣುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಿ ಅದನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿ–೨೫೩° ಸೆಂ. ತಾಪ, ಎಂದರೆ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯಕ್ಕೆ ೨೦° ಯಷ್ಟು ಹತ್ತಿರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ದ್ರವ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸಿದರೆ, ಬಾಷ್ಪದ ಅಣುಗಳು ಉಷ್ಣವನ್ನು ದ್ರವದಿಂದ ಹೀರಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಲಪುವುದರಿಂದ, ಉಳಿದ ದ್ರವ ಜಲಜನಕದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ವೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ಅದು ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಅದರ ತಾಪವು ೧೪° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ ಜಲಜನಕದಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ 'ಡಯ್ಯುರಾನ್' (deuteron) ಅಥವಾ ಭಾರ ಜಲಜನಕವು ಇರುತ್ತದೆ.[1] ಪಾರ್ಶ್ವ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸುವ ಕ್ರಮದಿಂದ ದ್ರವ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಡಯ್ಯುರಾನನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಈ ಭಾರ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಅಣು ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅತ್ಯಂತ ಭೀಕರವಾದ ಜಲಜನಕದ ಆಸ್ಫೋಟ ಅಥವಾ

---

[1] 'ಡಯ್ಯುರಾನ್' ಅಥವಾ 'ಭಾರ ಜಲಜನಕ', ಜಲಜನಕದ ಐಸೋಟೋಪುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು.

ಜಲಜನಕದ ಬಾಂಬಿನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಈ ಡಯ್ಟುರಾನನ್ನೇ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್‌ಉಳ್ಳ ಬೀಜ ಕಣಗಳ (charged nuclear particles) ಚಲನೆ, ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯೆ, ಪರಿವರ್ತನೆಗಳ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಡೊನಾಲ್ಡ್ ಗ್ಲೇಸರನು (Donald Glaser) ಗುಳ್ಳೆಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಸಂಪುಟ (bubble chamber) ಎಂಬ ಸಲಕರಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಅದರಲ್ಲಿ, ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಿಗೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟು ತಾಪವಿರುವ ಆದರೆ ಕುದಿಯದೆ ಇರುವ (superheated) ದ್ರವ ಜಲಜನಕವು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಬೀಜ ಕಣವು ಸಂಪುಟದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದಾಗ ಅದರ ಪಥದ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಗುಳ್ಳೆಗಳ ಸರಣಿಯು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ, ಕಣದ ಪಥವು ಒಂದು ಬೆಳ್ಳಗಿರುವ ಗೀಟನಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ದ್ರವ ಜಲಜನಕವು ಕ್ಷಿಪಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಧನವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ ಜಲಜನಕದ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಅರ್ಕಾನಿಲ ಅಥವಾ ಹೀಲಿಯಮ್ ಇನ್ನೂ ಅನಿಲವಾಗಿಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಅಣು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಿ ಅದನ್ನು ದ್ರವೀಕರಿಸಿದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶೈತ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ೧೯೦೮ರಲ್ಲಿ ಕಾಮರ್‌ಲಿಂಗ್ ಓನ್ಸನು (Kammerling Onnes) ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು ಸಂಕುಚಿಸಿ ಅದನ್ನು ದ್ರವ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ಅದು ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಶೈತ್ಯವೃದ್ಧಿಮಾಡಿ ಕೊನೆಗೆ ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು ಪಡೆದನು. ಇದು, ದ್ರವವಾಯು, ದ್ರವ ಜಲಜನಕಗಳ ಸಹಾಯಗಳಿಂದ ನಡೆಸಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯವಾದುದರಿಂದ, ಯಾಂತ್ರಿಕ ಸಜ್ಜು, ಸಲಕರಣೆಗಳ ಏರ್ಪಾಡುಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ಸಾಹಸ ಕಾರ್ಯ. ಈ ಕಾರ್ಯದಿಂದ ದ್ರವ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿ ಅವುಗಳ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವ ನಿಮ್ನತಾಪ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳು (cryogenic laboratories) ಕೆಲವು ಮಾತ್ರ ಇದ್ದವು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ಮ್ಯಾಸಾಚು ಸೆಟ್ಸ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಟೆಕ್ನಾಲಜಿಯ ಯಸ್. ಸಿ. ಕಾಲಿನ್ಸನು ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು ದ್ರವ ವಾಯು, ದ್ರವ ಜಲಜನಕಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆ ನೇರವಾಗಿ ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಸಾಧನವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಈ ಸಾಧನವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನಿಮ್ನ ತಾಪ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮಿನ ತಾಪ=-೨೬೯° ಸೆ. ಅಂದರೆ ೪° ನಿರಪೇಕ್ಷತಾಪ. ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು, ಅದರ ಮೇಲಣ ಒತ್ತಡವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸಿ, ತ್ವರೆಯಾಗಿ ಬಾಷ್ಪೀಕರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ಉಳಿಯುವ ದ್ರವವು ಉಷ್ಣವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು=-೨೭೨° ಸೆ. ಅಥವಾ ೧° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಅನಿಲಗಳ ಅಣುಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ತಲಪಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಲ್ಪ ತಾಪವನ್ನು ಸೇರಿದ್ದಾಯಿತು.

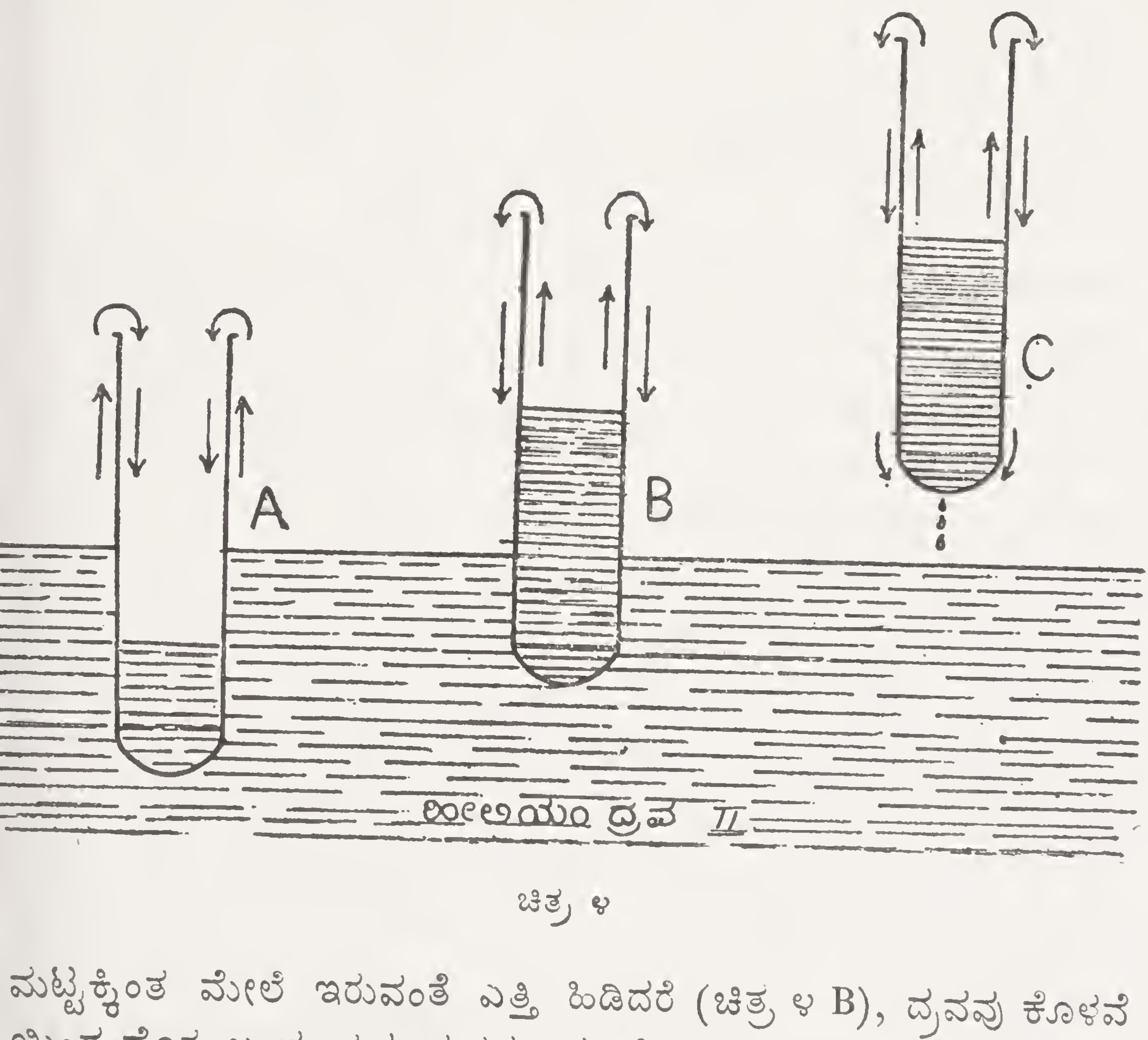
ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು ಅದರ ಕುದಿಯುವ ಬಿಂದುವಾದ ೪.೨° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ೧° ತಾಪದ ವರೆಗೆ ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದರೂ ಅದು ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ತಿರುಗದೇ ಇರುವುದು ಒಂದು ಆಶ್ಚರ್ಯ ಸಂಗತಿ. ಹೀಲಿಯಮ್ಮಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸಂಸಕ್ತ ಬಲವು (cohesive force) ಅದರ ಘನೀಕರಣಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾದ ಬಲ; ಆದರೇ ೧° ತಾಪದಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಲಿಯಂ ಘನೀಕರಿಸದೇ ಇರುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಈ ಬಲವನ್ನು ಎದುರಿಸುವ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಭಾವವಿರ ಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿಯಬರುತ್ತದೆ. ಕ್ವಾಂಟಂ ವಾದದ (quantum theory) ಪ್ರಕಾರ ಒಂದು ಅಣು ಅಥವಾ ಪರಮಾಣುವಿನ ಆಂದೋಳನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹಂತ ಹಂತ ವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದು ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅತಿ ಕೆಳಗಿನ ಹಂತದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲಪಿದರೂ ಸಹ ಆಂದೋಳನ ಶಕ್ತಿಯು ಮಾಯ ವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಸೊನ್ನೆ ಬಿಂದು ಶಕ್ತಿ (zero point energy) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಲೇ ಹೀಲಿಯಮ್ ದ್ರವವು ೧° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪದಲ್ಲೂ ಸಹ ಘನರೂಪವನ್ನು ತಾಳುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಹೀಲಿಯಮ್ ದ್ರವದ ಮೇಲೆ ೩೦ ವಾಯು ಭಾರ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಬೀರಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಅದು ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ.

ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮನ್ನು ೨.೧೯° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಶೈತ್ಯ ಗೊಳಿಸಿದರೆ, ಅದು ಇನ್ನಾವ ದ್ರವದಲ್ಲೂ ಕಂಡು ಬರದ ವಿಚಿತ್ರ ಗುಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತದೆ; ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಈ ದ್ರವವು ಹೀಲಿಯಂ II, ಮಹಾ ದ್ರವ (superfluid), ಕ್ವಾಂಟಂ ದ್ರವ (quantum fluid), ವಸ್ತುವಿನ ನಾಲ್ಕನೇ ಸ್ಥಿತಿ (fourth state of matter) ಎಂಬ ಅನೇಕ ನಾಮಧೇಯಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ.

ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಬಾಷ್ಪದ ಗುಳ್ಳೆಗಳು ಅದರ ಒಳಗಡೆಯಿಂದ ಸತತ ವಾಗಿ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಏಳುತ್ತಾ ದ್ರವವು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಕುದಿಯುತ್ತಿರುವಂತೆ ತೋರಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ೨.೧೯° ತಾಪದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿದ ತಕ್ಷಣವೇ ದ್ರವವು ಶಾಂತವಾಗಿ ಗಾಜಿನಂತೆ ಘನರೂಪವನ್ನು ಪಡೆಯಿತೋ ಎಂಬ ಭ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡು ತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಅದು ದ್ರವವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ದ್ರವದ ಸಾಂದ್ರತೆ (density), ಮೇಲ್ಮೈ ಸೆಳೆತ (surface tension) ವಿದ್ಯುದ ಪಾರ್ಯ ಗುಣಾಂಕ (dielectric coefficient), ಗ್ರಾಹ್ಯೋಷ್ಣ (specific heat) ಮುಂತಾದ ಗುಣ ಗಳ ತಾಪ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ೨.೧೯° ತಾಪಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಪ್ರತಿ ಯೊಂದರಲ್ಲೂ ವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆ (discontinuity) ಇರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದ ರಿಂದ ಹೀಲಿಯಮ್ ದ್ರವವು ಬೇರೆ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬದಲಾಯಿಸಿದೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ ಅದನ್ನು ಹೀಲಿಯಮ್ II ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ೨.೧೯° ತಾಪದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಇರುವ ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ I.

ಒಂದು ದ್ರವವನ್ನು ಒಂದು ಲೋಮ ನಾಳದ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅದರ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯನ್ನು (viscosity) ಎದುರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಬಲ ಪ್ರಯೋಗವು ಆವಶ್ಯಕ. ಆದರೆ ಯಾವ ಬಲಪ್ರಯೋಗವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಅತಿ ಕಿರಿದಾದ ರಂಧ್ರವುಳ್ಳ ಲೋಮ ನಾಳಗಳ ಮೂಲಕವೂ ಸಹ ಹೀಲಿಯಮ್ II ಹರಿಯುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಸ್ನಿಗ್ಧತೆಯೇ ಇಲ್ಲವೆಂದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇದಕ್ಕೆ ಮಹಾದ್ರವ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ಈ ಮಹಾದ್ರವವು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ 'ಹರಿಯುವ ಪೊರೆ' (creeping film) ಇನ್ನೊಂದು ವಿಚಿತ್ರ. ಭದ್ರವಾಗಿ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ತಳವುಳ್ಳ ಒಂದು ಖಾಲಿ ಕೊಳವೆಯ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗವನ್ನು ಒಂದು ಡೆವಾರ್ ಜಾಡಿಯಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟಿರುವ ಹೀಲಿಯಮ್ II ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದರೆ ದ್ರವವು ಕ್ರಮೇಣ ಕೊಳವೆಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುತ್ತಾ ಕೊನೆಗೆ ದ್ರವದ ಮಟ್ಟಗಳು ಕೊಳವೆಯ ಒಳಗೆ, ಹೊರಗಡೆ ಒಂದೇ ಆಗುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೪ A). ಈಗ ಕೊಳವೆಯನ್ನು, ಅದರ ಒಳಗಡೆ ದ್ರವದ ಮಟ್ಟವು ಹೊರಗಿನ



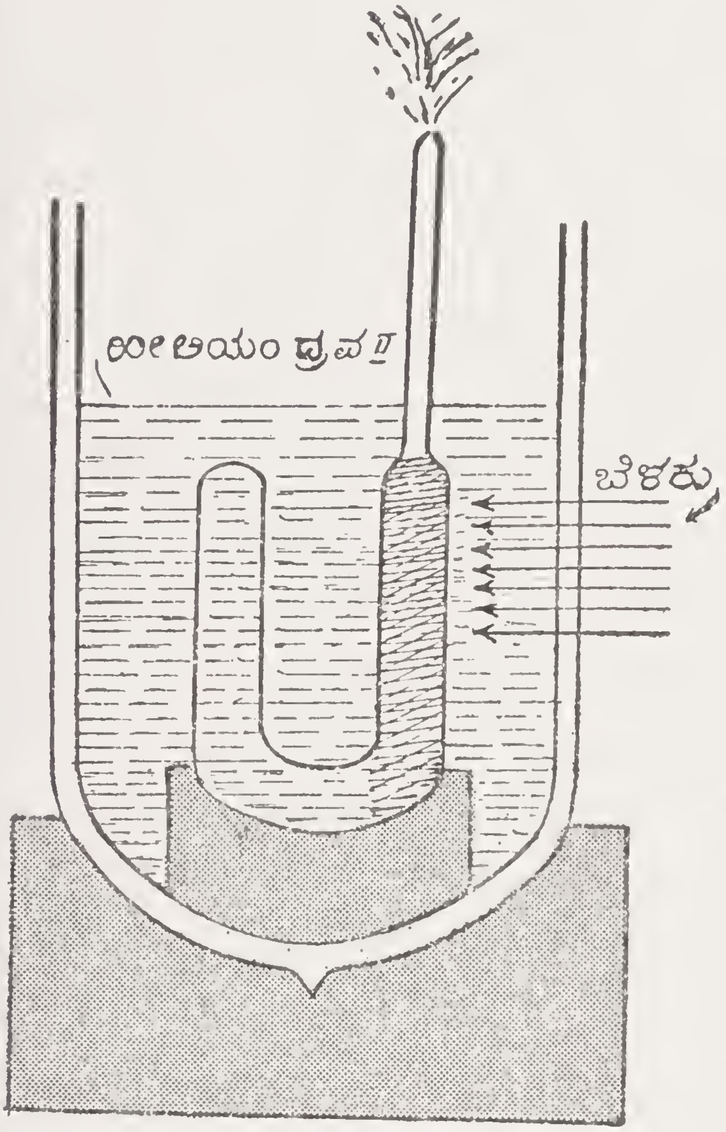
ಚಿತ್ರ ೪

ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಮೇಲೆ ಇರುವಂತೆ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿದರೆ (ಚಿತ್ರ ೪ B), ದ್ರವವು ಕೊಳವೆಯಿಂದ ಹೊರ ಬಂದು ಪುನಃ ದ್ರವದ ಒಳ, ಹೊರ ಮಟ್ಟಗಳು ಒಂದೇ ಆಗುತ್ತವೆ. ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ದ್ರವದ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎತ್ತಿದರೆ (ಚಿತ್ರ ೪ C)

ದ್ರವವು ಬುಡದಿಂದ ತೊಟ್ಟು, ತೊಟ್ಟಾಗಿ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದು ಕೊಳವೆಯು ಬರಿದಾಗುತ್ತದೆ. ಡಾಂಟ್ ಮತ್ತು ಮೆಂಡೆಲ್ ಸೋಹ್ನರ (Daunt and Mendelsohn) ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಕೊಳವೆಯ ತಳದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರವಿರಬಹುದೋ ಎಂಬ ಭ್ರಾಂತಿಯನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ದ್ರವವು ತೆಳ್ಳನೆಯ ಪೊರೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಕೊಳವೆಯ ಭಿತ್ತಿಯನ್ನು ಏರಿ, ಇಳಿದು ಒಳ, ಹೊರ ಮಟ್ಟಗಳು ಒಂದೇ ಆಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಹರಿದಾಡುವ ಹೀಲಿಯಂ II ರ ಪೊರೆಯ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ, ೨.೯° ತಾಪದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೊನ್ನೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲಪಿ 'ಸೊನ್ನೆ ಬಿಂದು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು' ಪಡೆದಿರುವುದೇ ಕಾರಣ. ಇಂತಹ ಪರಮಾಣುಗಳ ವೇಗವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಕ್ವಾಂಟಂವಾದದ ಅನಿಶ್ಚಯತೆ ತತ್ವದ (principle of indeterminacy) ಪ್ರಕಾರ ವೇಗ ಅಥವಾ ಆವೇಗದ ನಿಶ್ಚಯತೆ ಹೆಚ್ಚಿದಷ್ಟೂ ಅದು ಇರಬಹುದಾದ ಸ್ಥಳದ ಅನಿಶ್ಚಯತೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ದ್ರವದಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಇರಬಹುದು ಅಥವಾ ಅದೇ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಭಿತ್ತಿಯ ಮೇಲ್ಮೈನಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಇರಬಹುದು. ಈ ಎರಡನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಹೀಲಿಯಂ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೊಳವೆಯ ಭಿತ್ತಿಯನ್ನು ಏರಿ ಹರಿಯುವ ಪೊರೆಯನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪೊರೆಯ ರಚನೆಯು, ಅನಿಶ್ಚಯತೆಯ ತತ್ವಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಿದರ್ಶನ. ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ತಿಳಿದು ಬರುವ ಈ ಕ್ವಾಂಟಂ ತತ್ವವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಥೂಲ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿದರ್ಶಿಸುವ ಹೀಲಿಯಂ II ನ್ನು ಕ್ವಾಂಟಂ ದ್ರವ ಎಂದು ಕರೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಇದೇ ಕಾರಣ.

ಹೀಲಿಯಂ II ರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸೊನ್ನೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇವೆ ಎನ್ನುವುದಕ್ಕೆ, ಈ ದ್ರವವು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ 'ಚಿಲುಮೆ ಪರಿಣಾಮ' (fountain eflect) ಇನ್ನೊಂದು ನಿದರ್ಶನ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಅಕ್ಷರ U ಆಕಾರದ ಕೊಳವೆಯ ಒಂದು ಬಾಹುವಿನಲ್ಲಿ ಎಮರಿ (emery) ಪುಡಿಯಿಂದ ತುಂಬಿದ್ದು, ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಉದ್ದವಾದ ಸಣ್ಣ ನಳಿಕೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿದೆ (ಚಿತ್ರ ೫). ಇಂತಹ U—ಕೊಳವೆಯನ್ನು ಹೀಲಿಯಂದ್ರವ II ರಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ ಎಮರಿ ಪುಡಿಯಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ಬಾಹುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಿಸಿದರೆ ಆ ಬಾಹುವಿಗೆ ಸೇರಿಸಿರುವ ಸಣ್ಣ ನಳಿಕೆಯಿಂದ ಹೀಲಿಯಂ ದ್ರವವು ಚಿಲುಮೆಯಂತೆ ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸಹ ಈ ದ್ರವವು ಸೊನ್ನೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನೂ ದ್ರವದ ತಾಪಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ ಎನ್ನುವುದರಿಂದ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಎಮರಿ ಪುಡಿಯು ಬೆಳಕಿನಿಂದ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಪಡೆದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಸೊನ್ನೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಕ್ವಾಂಟಂ ಶಕ್ತಿ ಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಏರಿ

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದರಿಂದ, ಆ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಸೊನ್ನೆ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸತತವಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿ ಇವು ಹೆಚ್ಚಿ ಕ್ವಾಂಟಂ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗಿ, ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಆ ಭಾಗದಲ್ಲೇ ಶೇಖರಿಸುವುದರಿಂದ ಸಣ್ಣ ನಳಿಕೆಯ ಮೂಲಕ ಚಿಲುಮೆಯಂತೆ ದ್ರವವು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೫

ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ II ತೋರಿಸುವ ವಿಚಿತ್ರ ವರ್ತನೆಗಳಷ್ಟೇ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ವರ್ತನೆಯನ್ನು ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳು ಅತಿ ಶೈತ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಇದು 'ಅತಿವಾಹಕತ್ವ' (super conductivity) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಲೋಹವನ್ನು ಶೈತ್ಯಗೊಳಿಸಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅದರ ವಿದ್ಯುತ್ ರೋಧವು (electrical resistance) ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ, ಅದು ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಸೊನ್ನೆಯಾಗಬಹುದು, (ಲೋಹವು ಅತಿ ಶುದ್ಧವಾಗಿದ್ದಾಗ) ಇಲ್ಲವೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳು ಶೂನ್ಯ ತಾಪದಿಂದ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿ ಮೇಲೆ ಇರುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿಯೇ ತಮ್ಮ ರೋಧವನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಅತಿವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೀಸವು ೭.೨° ಮತ್ತು ಪಾದರಸವು ೪.೨° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿವಾಹಕತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಅತಿವಾಹಕ ಲೋಹದ ಉಂಗುರದಲ್ಲಿ, ಅದರ ಮೂಲಕ ಹಾಯುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತ್ವರೆಯಿಂದ ತೆಗೆದು, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದರೆ, ಅದು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ತಗ್ಗದೆ ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಹರಿಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. S.C. ಕಾಲಿನ್ಸನು, ಒಂದು ಅತಿವಾಹಕ ಸೀಸದ ಉಂಗುರದಲ್ಲಿ ೧೦೦ ಆಂಪಿಯರ್‌ಗಳ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವು ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕುಂದದೆ ಇರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಅತಿವಾಹಕತ್ವ ಗುಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ 'ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ತೇಲುವ ಕಾಂತ ದಂಡ' (floating magnet)

ಎನ್ನುವ ಸ್ವಾರಸ್ಯ ಪ್ರದರ್ಶನವನ್ನು ನಡೆಸಬಹುದು. ತಳದಲ್ಲಿ ಸೀಸವನ್ನಿಟ್ಟು ಅದರ ಮೇಲೆ ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ ಇರುವ ಡೆವಾರ್ ಪಾತ್ರೆಯೊಳಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಾಂತ ದಂಡವನ್ನು ಹಾಕಿದರೆ ಅದು ಸೀಸವನ್ನು ತಾಕದೆ ಅದರ ಮೇಲ್ಗಡೆ ತೇಲುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಕಾಂತ ದಂಡವು ಸೀಸವನ್ನು ಸಮೀಪಿಸುವಾಗ ಅದರ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಸೀಸದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಪ್ರೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಲೆನ್ಜನ ನಿಯಮದ (Lenz's law) ಪ್ರಕಾರ ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವು ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ಕಾಂತದಂಡವನ್ನು ಪ್ರತಿಭಟಿಸಿ ಅದು ತೇಲುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅತಿವಾಹಕ ಸಾಧನಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ (Computers) ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧನಗಳನ್ನಾಗಿ (memory devices) ಬಳಸಿಕ್ಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪದಿಂದ ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇರುವ ಶೈತ್ಯವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದಕ್ಕೆ, ಈ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಇರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಹುಡುಕಿ ಅದನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ಯೋಚಿಸಬೇಕು. ಗಯಾಕ್ ಮತ್ತು ಜಾನ್ಸನ್ನರು, ೧° ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಕೆಲವು ಅನುಕಾಂತ ಲವಣಗಳು (paramagnetic salts) ಕ್ಯೂರಿ ನಿಯಮವನ್ನು (Curie law) ಪಾಲಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಂತ ಅಯೋಣುಗಳು (magnetic ions) ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುವುವೆಂದೂ ಅವುಗಳನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ತಂದರೆ ೧° ಗಿಂತ ಕೆಳಗಿನ ತಾಪವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ಸೂಚಿಸಿದರು. ಇಂತಹ ಲವಣವಾದ ಕ್ರೋಮಿಯಮ್ ಪಟಿಕವನ್ನು ದ್ರವ ಹೀಲಿಯಮ್ಮಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ಡಿಗ್ರಿ ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪಕ್ಕೆ ತಂದು ಅದರ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಬಲವಾದ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಕಾಂತ ಅಯೋಣುಗಳ ಅಕ್ಷಗಳು ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನನುಸರಿಸಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಉಷ್ಣವನ್ನು ಹೀಲಿಯಮ್ ದ್ರವವು ನಿವಾರಿಸುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಹೀಲಿಯಮ್ ದ್ರವವನ್ನು ತೆಗೆದು, ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಸೊನ್ನೆ ಮಾಡಿದರೆ ಕಾಂತ ಅಯೋಣುಗಳ ಅಕ್ಷಗಳು ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ತಲಪುವುದಕ್ಕೆ ಲವಣದಲ್ಲಿನ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕುಗ್ಗಿಸಿ ಅದರ ತಾಪವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯು 'ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣ ವಿಕಾಂತತೆ' (adiabatic demagnetisation) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಲಭಿಸುವ ತಾಪವು ಸುಮಾರು $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಅಥವಾ $೧೦^{-೩}$ ಡಿಗ್ರಿ ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪವೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಸೊನ್ನೆ ಡಿಗ್ರಿ ತಾಪದತ್ತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಡೆದು ಕೊನೆಯ ಹೆಜ್ಜೆಯಲ್ಲಿ, $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಡಿಗ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಸಹ ಇರುವ ಅಣುಬೀಜಗಳ (nuclei) ಕಾಂತತೆಯ ಅಕ್ಷಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನದ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಗೋರ್ಟರನೂ ೧೯೩೬ರಲ್ಲಿ ಕುರ್ಟಿ ಮತ್ತು ಸೈಮನ್ನರೂ ಸೂಚಿಸಿದರೂ ಸಹ, ೧೯೫೬ರಲ್ಲಿ ಈ ವಿಧಾನವು ಕುರ್ಟಿ ಮತ್ತು ಸಂಗಡಿಗರಿಂದ ಜಯಪ್ರದವಾಗಿ

ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಸಣ್ಣ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳ ಕಂತೆಯನ್ನು ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವೊಂದರಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟು ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದ ಅನುಕಾಂತ ಲವಣದ ಸ್ಥಿರೋಷ್ಣ ವಿಕಾಂತತೆಯಿಂದ ತಂತಿಗಳ ತಾಪವನ್ನು $೧೦^{-೩}$ ಡಿಗ್ರಿಗೆ ಇಳಿಸಲಾಯಿತು. ಇದಾದ ನಂತರ ತಂತಿಗಳಿಗೂ, ಲವಣಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಡಿದು ಆಮೇಲೆ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯಲಾಯಿತು. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ, ಅಣು ಬೀಜಗಳ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಪುನಃ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದಕ್ಕಾಗಿ ತಾಮ್ರ ಲೋಹದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಏರ್ಪಟ್ಟು ಅದರ ತಾಪವು ತಗ್ಗುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ತಾಮ್ರದ ತಂತಿಗಳು ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ $\frac{೧}{೧೦೦೦೦,೦೦೦}$ ಅಥವಾ ಮೈಕ್ರೊ ಡಿಗ್ರಿ ($೧೦^{-೬}$ ಡಿಗ್ರಿ) ನಿರಪೇಕ್ಷ ತಾಪಕ್ಕೆ ಇಳಿದುವೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಕೆಳಗಿನ ತಾಪವನ್ನು ಪಡೆಯ ಬಹುದಾದ ಯಾವ ಸಾಧ್ಯತೆಯೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಇದುವರೆವಿಗೂ ಗೋಚರವಾಗಿಲ್ಲ. ಸಾಧಾರಣ ತಾಪಗಳಿಂದ ನಿರಪೇಕ್ಷ ಶೂನ್ಯದ ಕಡೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮುನ್ನಡೆ ಮೈಕ್ರೊ ಡಿಗ್ರಿ ತಾಪಕ್ಕೆ ಈಗ ನಿಂತಿದೆ. ಈ ಮುನ್ನಡೆಯಿಂದ ಅನೇಕ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತ ವಿಷಯಗಳು ಕಂಡು ಬಂದಿವೆ.

[ಆಧಾರಗಳು :— 1. Low Temperature Physics—Jackson
2. Heat and Thermodynamics—by Roberts
3. Near zero—D.K·C. Macdonald. (1961)
4. Scientific American—October (1949)
5. Science Progress October 1956
6. Science Progress July 1957
7. Articles in Reader's Digest]

ಈ ಪ್ರಪಂಚವು ಎಲ್ಲಿ ನೋಡಿದರೂ ಪರಿಮಾಣದಿಂದ ತುಂಬಿಹೋಗಿದೆ. ಸಮಂಜಸವಾಗಿ ಮಾತನಾಡುವುದು ಎಂದರೆ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಮಾತನಾಡುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ರಾಷ್ಟ್ರ ವಿಶಾಲವಾದುದು ಎಂದರೆ ಉಪಯೋಗವಿಲ್ಲ—ಎಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾದುದು ? ರೇಡಿಯಂ ವಿರಳ ಪದಾರ್ಥ ಎಂದರೆ ಸಾಲದು—ಎಷ್ಟು ವಿರಳ ? ಪರಿಮಾಣದಿಂದ ನೀವು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆಯೇ ಇಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ನೀವು ಕಾವ್ಯ ಮತ್ತು ಸಂಗೀತಗಳ ಮರೆಹೊಗಬಹುದು. ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಪರಿಮಾಣಗಳು ಅಲ್ಲಿಯೂ ನಿಮಗೆ ಸವಾಲು ಹಾಕುತ್ತವೆ—ಛಂದಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ, ಸಪ್ತಸ್ವರಗಳಲ್ಲಿ.

—ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ನಾರ್ತ್ ವೈಟ್‌ಹೆಡ್

ಜಿ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಇತಿಹಾಸ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಾಧನಗಳು

ಮನುಷ್ಯಕುಲದ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ಕುರಿತ ವಿವರಗಳು ಲಿಖಿತ ದಾಖಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಸಿಗುವುದು ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಐದಾರು ಶತಮಾನಗಳ ಕೆಳಗೆ ಮುದ್ರಣ ಕಲೆ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಚೀನಾ ಮತ್ತು ಕೊರಿಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೦೦೦ದ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಮುದ್ರಣವಿಧಾನ ತಿಳಿದಿತ್ತಂತೆ. ಆದರೆ ಅದು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹರಡಿರಲಿಲ್ಲ ವೆನ್ನುವುದು ನಿಜ. ಆಗಿನವರ ಬರವಣಿಗೆ ಏನಿದ್ದರೂ ಕಲ್ಲುಚಪ್ಪಡಿಗಳ ಮೇಲೆ, ತಾಮ್ರದ ಹಲಗೆಗಳ ಮೇಲೆ, ತಾಳೆಗರಿ ಹಾಳೆಗಳ ಮೇಲೆ. ಅದಕ್ಕೂ ಹಿಂದೆ ಬರವಣಿಗೆಯೇ ಗೊತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಿದ್ದ ಜನ ಬಿಟ್ಟುಹೋಗಿರುವ– ಈಗ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಹೂತುಹೋಗಿರುವ – ಕಟ್ಟಡಗಳ ಭಾಗಗಳು, ಲೋಹ, ಮರ ಅಥವಾ ಕಲ್ಲಿನ ಸಾಧನೋಪಕರಣಗಳು, ಮಣ್ಣಿನ ಪಾತ್ರೆಗಳು, ಮುಂತಾದ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಿ ಆ ಜನರ ಕಾಲ, ಜೀವನ ವಿಧಾನ, ನಾಗರೀಕತೆ ಮತ್ತು ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳ ಮಟ್ಟ, ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಾವು ಊಹೆಮಾಡಬೇಕಾಗುವುದು.

ಅಂತಹ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವಾಗ ಮೊದಲು ಏಳುವ ಪ್ರಶ್ನೆ: ಇದು ಯಾವ ಕಾಲದ್ದು, ಎಷ್ಟು ಹಳೆಯದು ಎಂಬುದು. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಲಿಖಿತ ದಾಖಲೆಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಪ್ರಶ್ನೆ ಏಳುವುದುಂಟು. ಹಳೆಯ ತಾಳೆಗರಿ ಗ್ರಂಥಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಣಯದ ಬಗ್ಗೆ ಎಷ್ಟು ಚರ್ಚೆ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಗಳು ನಡೆದಿಲ್ಲ! ಇದು ಯಾರು ಬರೆದದ್ದು ಯಾವಾಗ ಬರೆದದ್ದು ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಸಂಶೋಧಕರು ತಲೆ ಕೆಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದೆಂಬ ಯೋಚನೆ ಆ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬಂದಿರುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ತಮ್ಮ ಕಾಲ ದೇಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸೂಚನೆ ಕೊಡುವ ಗೋಜಿಗೇ ಅವರು ಹೋಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಉದ್ದೇಶರಹಿತವಾಗಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಮಕಾಲೀನರ ವಿಷಯವಾಗಿ, ಇಲ್ಲವೆ ತಮ್ಮ ಹಿಂದಿನವರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಏನಾದರೂ ತಿಳಿಸಿದ್ದರೆ ಆ ಸುಳಿವು ಹಿಡಿದು, ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿನ ಭಾಷೆ ಶೈಲಿಗಳನ್ನೇ ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟು

ಕೊಂಡು, ಪಂಡಿತರು ಅದರ ಕರ್ತೃವಿನ ಕಾಲದ ಬಗ್ಗೆ ಊಹೆಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಲಿಖಿತ ದಾಖಲೆಗಳಿಲ್ಲದ ಇತರ ಬಗೆಯ ಅವಶೇಷಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಹೀಗೆಯೇ ಪ್ರಾಸಂಗಿಕ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳನ್ನು ಗಣನೆಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅವುಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ.

ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಕಾಲವನ್ನು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕೂ, ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ನಾಶಪಡಿಸದೆ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ ಮೊದಲಾದ ಮಾಹಿತಿಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧಕರು ಬಯಸುವ ಕೆಲವೊಂದು ವಿವರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಈಗ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಆಧುನಿಕ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂತಹ ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕಳೆದ ಎರಡು ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಇತಿಹಾಸ ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಕೆಲವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಈ ಲೇಖನದ ಉದ್ದೇಶ.

ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಿಧಾನ

ಕಾಲನಿರ್ಣಯ ಮಾಡಲು ವಿಜ್ಞಾನ ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟಿರುವ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಸರಾದುದು ಮತ್ತು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವುದು ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಿಧಾನ. ಈ ವಿಧಾನದ ನಿರ್ಮಾಪಕ ಅಮೆರಿಕದ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ವಿಲಾರ್ಡ್ ಫ್ರ್ಯಾಂಕ್ ಲಿಬ್ಬಿ. ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಜನಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲುಪದೆ ಬಹುಪಾಲು ವಾಯುಮಂಡಲದ ಮೇಲಿನ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗಲು ಕಾರಣವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ವಿಲಾರ್ಡ್ ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಕೈಗೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಈ ಉಪಯುಕ್ತ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪರ್ಯವಸಾನವಾಯಿತು. ಇದೊಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಕತೆ.

ವಸ್ತುಪ್ರಪಂಚವೆಲ್ಲ ಪರಮಾಣುಗಳೆಂಬ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆಯೆಂಬುದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂದು ಎಲ್ಲರೂ ಕೇಳಿ ತಿಳಿದಿರುವ ವಿಷಯ. ಹೈಡ್ರೊಜನ್, ಆಕ್ಸಿಜನ್, ಗಂಧಕ, ತಾಮ್ರ, ತವರ, ಸತು, ಮುಂತಾಗಿ ಎಷ್ಟು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುಗಳಿವೆಯೋ ಅಷ್ಟು ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಿಡಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡು, ಮೂರು, ಕೆಲವು ವೇಳೆ ನೂರಾರು ಅಥವಾ ಸಾವಿರಾರು ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಅಣುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಅಣುಗಳು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿರುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಧಾತುವಿನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಆ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡೆರಡು

ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ; ಹಾಗೆಯೇ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸಂಯುಕ್ತದ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ನೀರಿನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಒಂದು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಮಾಣುವೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ೧೨ ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ೨೨ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ೧೧ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಂತಹ ದೈತ್ಯಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾರು ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಟ್ಟು ಸಾವಿರಾರು ಇರುವುದುಂಟು.

ಅಣು ಪರಮಾಣುಗಳು ಬಹು ಚಿಕ್ಕವೆಂದು ಗೊತ್ತಿದ್ದರೂ ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಅನೇಕರಿಗೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ನೀರಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೊಂದರಂತೆ ಇಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ ಒಂದು ಅಂಗುಲದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಎಂಟು ಕೋಟಿ ಅಣುಗಳನ್ನು ಇಡಬಹುದು. ಅಂದಮೇಲೆ ಆ ಅಣುಗಳು ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಇನ್ನೆಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವು ಎಂಬುದನ್ನು ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು; ಬಹುಶಃ "ಊಹಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟವಾಗಬಹುದು" ಎಂದರೆ ಸರಿಯೇನೋ.

ಪರಮಾಣುಗಳು ಅಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವಾದರೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ರಚನೆ ಇದೆ. ಅವು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಿಂದ ಆಗಿವೆ. ಅಂತಹ 'ಉಪ ಪರಮಾಣು ಕಣಗಳು' ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು: ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್. ಎಲ್ಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಈ ಮೂರು ಕಣಗಳಿಂದಲೇ ರಚಿತವಾಗಿವೆಯಾದರೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಜೋಡಣೆಯ ಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ.

ಪರಮಾಣುವಿನ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಬೀಜ (atomic nucleus). ಇದು ಪ್ರೋಟಾನುಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿಂದ ಆಗಿರುವ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಉಂಡೆ. ಪ್ರೋಟಾನು–ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ತೂಕ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಒಂದೇ ಆದರೂ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿದ್ಯುದಂಶ (electric charge) ವಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಬೀಜದ ತೂಕವು ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ; ಅದರ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶವಾದರೋ ಅದರಲ್ಲಿನ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರ ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಂ ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿ ೧೩ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ೧೪ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಲ್ಯೂಮಿನಂ

ಪರಮಾಣುತೂಕ ೨೭. ಅದರ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ (ಅಂದರೆ, ಬೀಜದ ಮೇಲಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ) ೧೩. ಹಾಗೆಯೇ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣು ಬೀಜದಲ್ಲಿ ೪೭ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಆ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ ೪೭. ಆದರೆ ಅದರ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ೬೧ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುತೂಕ ೧೦೮ ಆಗುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಅದರ ಬೀಜದ ಸುತ್ತಲೂ ಪರಮಾಣು ಅಂಕಕ್ಕೆ ಸಮನಾದಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಬೀಜವನ್ನು ಸುತ್ತು ಹಾಕುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹಳ ಹಗುರ. ಪ್ರೋಟಾನಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತೂಕ ಸುಮಾರು ೧೮೪೦ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗ. ಆದುದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ತೂಕ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಪ್ರೋಟಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶಕ್ಕೆ ಸಮ; ಆದರೆ ಅದು ವಿರುದ್ಧ ಸ್ವಭಾವದ್ದು. ಅಂದರೆ ಪ್ರೊಟಾನಿನ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಧನ (+); ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಂದು ಋಣ (–). ಆದುದರಿಂದ ಬೀಜದ ವಿದ್ಯುದಂಶವನ್ನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿದ್ಯುದಂಶವು ನಿಷ್ಪರಿಣಾಮಗೊಳಿಸಿ ಒಟ್ಟು ಪರಮಾಣುವಿನ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶ ಏನೂ ಇಲ್ಲದಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದು ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ಸ್ಥೂಲ ಚಿತ್ರ.

ಪರಮಾಣುವಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದು ಅದರ ಪರಮಾಣು ಅಂಕ; ಅಂದರೆ, ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ತಾನೆ. ಅಂದ ಮೇಲೆ ಎರಡು ಪರಮಾಣು ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸಮನಾಗಿದ್ದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದ್ದರೆ ಅವೆರಡು ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಒಂದೇ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಗಳೆನಿಸಿಕೊಂಡರೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ತೂಕಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಆ ಧಾತುವಿನ **ಐಸೊಟೋಪು**ಗಳು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಮಾಣುವಿನ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ೮ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ೮ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ವಿದ್ಯುದಂಶ ೮, ತೂಕ ೧೬, ಇರುವ ಈ ಪರಮಾಣುವನ್ನು $_{೮}O^{೧೬}$ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರೋಟಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಎಂಟೇ ಇದ್ದು ೯ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳಿದ್ದರೆ ಆ ಪರಮಾಣು ಬೀಜವು ೧೭ ತೂಕವುಳ್ಳ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಐಸೊಟೋಪು ಎನಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಕೇತ $_{೮}O^{೧೭}$. ಒಂದೇ ಧಾತುವಿನ ಐಸೊಟೋಪುಗಳಿಗೆ ತೂಕದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದೇ ವಿನಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಏನೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ನೆನಪಿನಲ್ಲಿಡಬೇಕಾದ ಇನ್ನೊಂದು ವಿಷಯವೇನೆಂದರೆ ಪರಮಾಣುಬೀಜ ಒಂದನ್ನು ಇತರ ಬೀಜಗಳಿಂದ, ಇಲ್ಲವೆ ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣಗಳಿಂದ ತಾಡಿಸಿದರೆ ಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟ್ರಾನು ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಬದಲಾಯಿಸಿ ಬೇರೊಂದು ಪರಮಾಣು ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸಾವಿರಾರು 'ಬೀಜಕ್ರಿಯೆ'ಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಾಧಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ವಾಯುಮಂಡಲದ ಮೇಲಿನ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಇಂತಹ ಕೆಲವೊಂದು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಲಿಬ್ಬಿಯವರಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿತು. ವಿಶ್ವದ ಯಾವುದೋ ಅಪರಿಚಿತ ಆಕರದಿಂದ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ವಿಸರಣವು ಭೂಮಿಗೆ ಬಂದು ತಲಪುತ್ತಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ವಿ. ಎಫ್. ಹೆಸ್‌ರವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅಂದಿನಿಂದ ಈ 'ವಿಶ್ವಕಿರಣ'ಗಳ ಮೂಲ, ಸ್ವಭಾವ, ಸ್ವರೂಪ ಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕಿರಣಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿನ ಏಳೆಂಟು ಮೈಲಿ ದಪ್ಪದ ಗಾಳಿಯ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ತೂರಿ ಕೊಂಡು ಬರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಮಾರ್ಪಾಟುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಅವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಉಪಕರಣ ಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತ ಬಲೂನುಗಳನ್ನು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹಾರಿಬಿಡುತ್ತಾರೆ.

ಅಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ವಿಷಯ ಹೊರಬಿತ್ತು. ಮೇಲುಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಗಳಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ೪೦,೦೦೦-೫೦,೦೦೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಾಂದ್ರತೆ ಪರಮಾವಧಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿ, ಅಲ್ಲಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಒಂದು ತೀರ್ಮಾನ ಖಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶದಿಂದ ಬರುವ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲೇ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ; ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಹೊಕ್ಕನಂತರ ಯಾವುದೋ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಗಾಳಿಯ ಮೇಲಿನ ಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಕೆಳಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಇಳಿಯುತ್ತಾ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿ ವ್ಯಯವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಭೂಮಿಯನ್ನು ತಲಪುವ ವೇಳೆಗೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಭಾಗ ಕಣ್ಮರೆಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳು ಯಾವುವು ಎಂಬ ಸಮಸ್ಯೆ ಯಲ್ಲಿ ಲಿಬ್ಬಿಯವರಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿತು.

ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಮತ್ತು ನೈಟ್ರೊಜನ್‌ಗಳು ಗಾಳಿಯ ಮುಖ್ಯ ಘಟಕಗಳು. ಆರ್ಗಾನ್ ಮೊದಲಾದ ಜಡಾನಿಲಗಳು, ನೀರಿನ ಆವಿ, ಕಾರ್ಬನ್‌ಡಯಾಕ್ಸೈಡು— ಇವು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳನ್ನು ನುಂಗಿಹಾಕುವುದರಲ್ಲಿ ಅವು ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವಹಿಸಿರಲಾರವು. ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕೆಳಸ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇಲ್ಲದಿರುವುದಕ್ಕೆ ಆಕ್ಸಿಜನ್ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಗಳೇ ಕಾರಣವಿರಬೇಕು. ಈ ಎರಡು ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ನೋಡಿದರು. ಆಕ್ಸಿಜನ್ ಪರಮಾಣುಬೀಜದೊಡನೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಸುಲಭವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದು

ಕಂಡುಬಂತು. ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಬೀಜದೊಡನೆ ಅದು ಮೂರು ಬೇರೆಬೇರೆ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂದು ಗೊತ್ತಾಯಿತು.

ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿ ೭ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳೂ ೭ ಪ್ರೋಟಾನುಗಳೂ ಇವೆ. ಆ ಬೀಜಕ್ಕೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಬಡಿದರೆ ಒಂದು ಪ್ರೋಟಾನ್* ಹೊರಕ್ಕೆ ಹಾರಿ ೬ ಪ್ರೋಟಾನು, ೮ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಇರುವ ಒಂದು ಪರಮಾಣುಬೀಜ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೇಲೆ ವಿದ್ಯುದಂಶ ೬ ಇರುವುದರಿಂದ ಇದು ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ. ಈ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಸಮೀಕರಣದಿಂದ ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ:

$$_{7}N^{14} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{6}C^{14} + {}_{1}H^{1}$$

ನೈಟ್ರೊಜನ್ನಿನೊಡನೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಇನ್ನೂ ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಆ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಮೀಕರಣಗಳಿಂದ ಹೀಗೆ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು:

$$_{7}N^{14} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{5}B^{11} + {}_{2}He^{4}$$

ಇದರಲ್ಲಿ ಬೊರಾನ್ ಮತ್ತು ಹೀಲಿಯಂ ಬೀಜಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಮೂರನೆಯ ಕ್ರಿಯೆ:

$$_{7}N^{14} + {}_{0}n^{1} \longrightarrow {}_{6}C^{12} + {}_{1}H^{3}$$

ಒಂದನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕಾರ್ಬನ್ ಹೈಡ್ರೊಜನ್ನುಗಳೇ ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುವಾದರೂ ಇವು ಆ ಧಾತುಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಐಸೊಟೋಪುಗಳು.

ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಈ ಮೂರು ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿಶದವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಭವನೀಯ, ಎರಡನೆ ಮತ್ತು ಮೂರನೆ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ನಡೆಯುವುದು ಬಹು ವಿರಳ ಎಂಬುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಅಂದಮೇಲೆ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನುಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ N^{14} ರೊಂದಿಗೆ ವರ್ತಿಸಿ C^{14} ಐಸೊಟೋಪನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತಿವೆ ಎಂದು ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು.

ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ C^{14} ಆಕ್ಸಿಜನ್ನಿನೊಡನೆ ಸಂಯೋಗಹೊಂದಿ ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ (ಅತ್ಯಲ್ಪ ಭಾಗ ಎನ್ನ

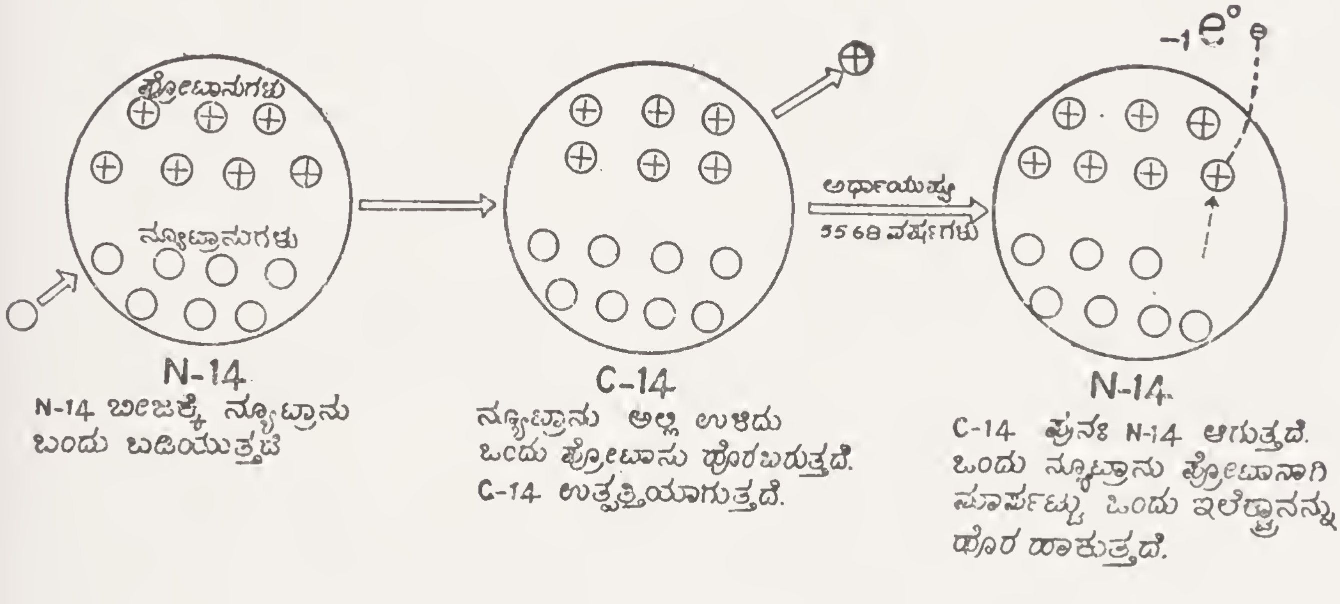
---

*ಬಿಡಿ ಪ್ರೋಟಾನನ್ನು ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣು ಬೀಜ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಬೇಕು) C^{14} ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಆದದ್ದು. ಈ C^{14} ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಸಾಮಾನ್ಯ C^{12} ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇಲ್ಲ. ಎರಡು ಬಗೆಯ ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಒಂದೇ ರೀತಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ C^{14} ವಿಕಿರಣಾತ್ಮಕ ಪರಮಾಣು; ಅದನ್ನು ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಅಂದರೆ ಅದು ಅಸ್ಥಿರ. C^{14} ಪರಮಾಣುಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಒಂದೊಂದಾಗಿ ನೈಟ್ರೊಜನ್ ಪರಮಾಣುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುವಾಗ ಅದರ ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನು ಪ್ರೋಟಾನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಎಸೆಯುತ್ತದೆ.

$$_6C^{14} \longrightarrow {}_7N^{14} + {}^{-}_{1}e^{\circ}$$

ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಒಂದು ಕ್ಲುಪ್ತವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಪಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗ್ರಾಂ C^{14} ಇದ್ದರೆ ಅದು ಅರ್ಧ ಗ್ರಾಂ ಆಗಲು ಸುಮಾರು ೫೫೬೮ ವರ್ಷ ಬೇಕು. ಅರ್ಧ ಗ್ರಾಂ ಇದ್ದದ್ದು ಕಾಲು ಗ್ರಾಂ ಆಗುವುದಕ್ಕೂ ಅಷ್ಟೇ ಕಾಲ ಬೇಕು. ಈ ಕಾಲವನ್ನು C^{14}ರ ಅರ್ಧಾಯುಷ್ಯ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ



ಇದನ್ನೇ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿದ್ದ C^{14} ಮೊತ್ತದಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ಒಂದರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಲು ಸುಮಾರು ೮೦ ವರ್ಷ ಬೇಕು. ಉಳಿದದ್ದರ ಶೇಕಡ ಒಂದರಷ್ಟು ವ್ಯಯವಾಗಲು ಪುನಃ ಅದೇ ೮೦ ವರ್ಷಬೇಕು.

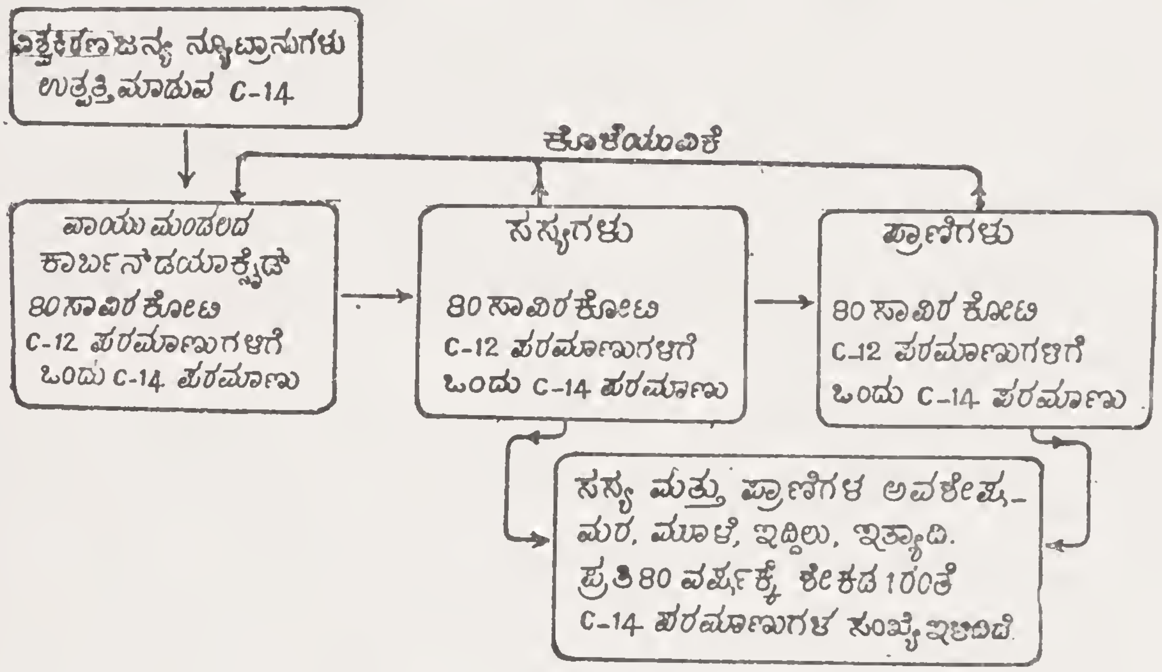
ಸಾವಿರಾರು ವರ್ಷದಿಂದಲೂ ಈ ರೀತಿ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ಅದು ವ್ಯಯವಾಗಿಹೋಗುತ್ತಿದೆ. ಲಿಬ್ಬಿಯವರ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದ ಪ್ರಕಾರ ಈಗ ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟು ವರ್ಷ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೭ ಕಿಲೋಗ್ರಾಂ ರೇಡಿಯೊ ಕಾರ್ಬನ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಕಳೆದ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತುಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ

ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದಾದರೆ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ C^{14} ಸಂಗ್ರಹ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಂತೆ ಅದು ನಶಿಸಿಹೋಗುವ ದರವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಈಗ ಒಂದು ಸಮತೋಲನ ಸ್ಥಿತಿ ಏರ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಅಂದರೆ, C^{14} ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿರುವ ವೇಗ ಅದು ನಶಿಸಿಹೋಗುತ್ತಿರುವ ವೇಗಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿ ಬಿಟ್ಟು, ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಮೊತ್ತ ಸ್ಥಿರವಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟು ೮೦ ಟನ್ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಇರಬೇಕೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ೮೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ C^{12} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು C^{14} ಪರಮಾಣು ಇದೆ. ಅಷ್ಟು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಅದರ ವಿಕಿರಣತೆಯಿಂದ ಅದನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಸಸ್ಯಗಳು ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಕ್ರಿಯೆ(photosynthesis)ಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬನ್‌ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು ಹೀರಿ ತಮ್ಮ ದೇಹಪೋಷಣೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಸಸ್ಯಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹರಡಿಹೋಗಿದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ತಿಂದು ಜೀವಿಸುವುದರಿಂದ, ಇಲ್ಲವೆ ಸಸ್ಯಾಹಾರಿಗಳಾದ ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ತಿಂದು ಜೀವಿಸುವುದರಿಂದ ಜೀವಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಹರಡಿಕೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳು ವಿಸರ್ಜಿಸುವ ಮಲಮೂತ್ರಾದಿ ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ, ಸಸ್ಯ, ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಸತ್ತ ದೇಹಗಳೂ ಕೊಳೆತಾಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಬನ್ ಪುನಃ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ರೂಪದಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲವನ್ನು ಸೇರುವುದು. ಈ ತೆರನಾದ ಕಾರ್ಬನ್ ಚಕ್ರ ಸತತವಾಗಿ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಜೀವಂತ ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ದೇಹಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ, ಪ್ರತಿ ೮೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ C^{12} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು C^{14} ಪರಮಾಣು ಇರಬೇಕು.

ಆದರೆ ಜೀವಿಯೊಂದು ಸತ್ತು ಅದರ ದೇಹದ ಯಾವುದೇ ಭಾಗವು ಕೊಳೆಯದೆ ಒಂದು ಅವಶೇಷವಾಗಿ ಉಳಿದುಹೋಯಿತು ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಒಂದು ಮರದ ತುಂಡು, ಇದ್ದಿಲು, ಅಥವಾ ಒಣಗಿದ ಎಲೆ. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬನ್ ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿರುವ ಕಾರ್ಬನ್—ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿನಿಮಯ ನಿಂತುಹೋಗುವುದರಿಂದ, ಆ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದು ಕ್ಲುಪ್ತ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗಿ, ಅದರಲ್ಲಿನ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ೫೫೭೦ ವರ್ಷ ಹಳೆಯದಾದ ಒಂದು ಮರದ ತುಂಡಿನಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಮೊದಲಿದ್ದುದರ ಅರ್ಧದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ೧೬೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ

C^{12} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು C^{14} ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ೫೫೬೮ ವರ್ಷಗಳ ತರುವಾಯ, ಅಂದರೆ ೧೧,೧೩೬ ವರ್ಷ ಹಳೆಯದಾದ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿ, ಪ್ರತಿ ೩೨೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ C^{12} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಒಂದು C^{14} ಪರಮಾಣು ಇರುತ್ತದೆ. ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಪ್ರತಿ ೮೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಸಲ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಆ ಮೊದಲಿದ್ದುದಕ್ಕಿಂತ ಶೇಕಡ ಒಂದರಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ಈ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದ ಕೂಡಲೇ ಲಿಬ್ಬಿಯವರಿಗೆ ಒಂದು ಯೋಚನೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಯಾವುದಾದರೂ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿರುವ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆದು ಅದರ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದಲ್ಲವೆ? ಅಂದರೆ ಅದು ಎಷ್ಟು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಸಜೀವಿಯ ದೇಹಭಾಗವಾಗಿದ್ದು, ಅದರಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು. ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಈ ತೀರ್ಮಾನ ಸರಿಯಾದುದೇ ಆದರೂ ಅದನ್ನು ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಅಡಚಣೆಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕಾಗಿರುವ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅದಕ್ಕಾಗಿ, ಪದಾರ್ಥದ ಒಂದು ಚೂರನ್ನು ಸುಟ್ಟು ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡ್ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಈ ಅನಿಲವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸಿ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ ಲೋಹದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅದನ್ನು ಅಪಕರ್ಷಿಸಿ ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಇಂದು ಜೀವಂತವಾಗಿರುವ ಒಂದು ಸಸ್ಯದ ಭಾಗದಿಂದ ಈ ರೀತಿ ಶುದ್ಧ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ತಯಾರಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ, ವಾಯುಮಂಡಲದ ಕಾರ್ಬನ್ ಡಯಾಕ್ಸೈಡಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ, ೮೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿ C^{12} ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ

ಒಂದು ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪರಮಾಣು ಇರಬೇಕಷ್ಟೆ. ಇದು ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ಲೆಕ್ಕ ಹಾಕಿ ನೋಡಿದರೆ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಅದು ಗಣನೆಗೆ ಬಾರದಷ್ಟು ಅಲ್ಪವೇನಲ್ಲ. ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಅಗಾಧ ಸಂಖ್ಯೆ ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುದರಿಂದ 'ಲ೦ ಸಾವಿರ ಕೋಟಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು' ಎಂದರೂ ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೬೫೦ ಕೋಟಿ C^{14} ಪರಮಾಣುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ೯೦ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇವರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು C^{14}ಪರಮಾಣುಗಳು ನಶಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಈ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ನೋಡಿದರೆ ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ತೂಕ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಸರಾಸರಿಯಾಗಿ ನಿಮಿಷ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಹದಿನಾರು C^{14} ಪರಮಾಣುಗಳು N^{14} ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ರತಿ ನಿಮಿಷವೂ ಹದಿನಾರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಅದರಿಂದ ಹೊರಹೊಮ್ಮುತ್ತಾ ಇರುತ್ತವೆ. ಸುಮಾರು ೫೫೦೦ ವರ್ಷ ಹಳೆಯದಾದ ಪದಾರ್ಥದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಕಾರ್ಬನ್ ಆದರೆ, ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಿಂದ ನಿಮಿಷಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ೮ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಮಾತ್ರ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು.

ಈ ರೀತಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚಿಮ್ಮುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಗೈಗರ್ ಗಣಕ ಎಂಬ ಉಪಕರಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಒಂದೊಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನೂ ಗೈಗರ್ ಗಣಕದ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಒಂದು ಬಾರಿ 'ಟಿಕ್' ಎಂದು ಶಬ್ದ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಆ ರೀತಿ ಎಣಿಕೆಮಾಡಲು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಆಡಚಣೆ ಇದೆ. ಸುತ್ತಲ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ವಿಕಿರಣಾತ್ಮಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಕಾರಣ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಕಾರಣ, ಗೈಗರ್ ಗಣಕದಲ್ಲಿ ಟಿಕ್ ಟಿಕ್ ಶಬ್ದ ಬರುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿರುವ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣತೆಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಈ ಅಡ್ಡೈಸುವ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಪ್ರಮಾಣವು ಗಣನೀಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ತಪ್ಪು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ವಾತಾವರಣದ ಈ ವಿಕಿರಣತೆಯಿಂದ ಅಡ್ಡಿಯುಂಟಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಾಗಿ, ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸುವ ಕಾರ್ಬನ್ನನ್ನು ೮ ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪವಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಗೋಡೆಗಳುಳ್ಳ ಕಪಾಟದಲ್ಲಿಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅನೇಕ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ಕಬ್ಬಿಣ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಎದುರಿಸಬೇಕಾದ ಇಂತಹ ಅಡಚಣೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಿವಾರಿಸಲು ಸೂಕ್ತಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡ ತರುವಾಯ ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಮೊದಲು ವಾತಾವರಣದ ಕಾರ್ಬನ್‌ಡಯಾಕ್ಸೈಡನ್ನು, ತರುವಾಯ ಬಾಲ್ಟಿಮೋರ್ ನಗರದ ಒಳಚರಂಡಿಯಿಂದ ಬರುವ ಮೀಥೇನ್ ಅನಿಲವನ್ನೂ, ಅದಾದನಂತರ ಜೀವಂತ ಸಸ್ಯವೊಂದರಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ನನ್ನೂ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿದರು. ಅವುಗಳೆಲ್ಲದರಲ್ಲಿಯೂ ನಿರೀಕ್ಷಿತ ಮಟ್ಟದ ವಿಕಿರಣತೆ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಅಂದರೆ, ಒಂದು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಕಾರ್ಬನ್ನಿನಿಂದ ನಿಮಿಷ ಒಂದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಹದಿನಾರು ಎಣಿಕೆ ಗೈಗರ್ ಗಣಕದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಮುಂದಿನ ಹಂತ, ಖಚಿತವಾಗಿ ಕಾಲನಿರ್ಣಯವಾಗಿರುವ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆ. ೪೬೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಸೋಸರ್ ಎಂಬ ದೊರೆ ಈಜಿಪ್ಟ್ ದೇಶವನ್ನಾಳುತ್ತಿದ್ದನೆಂಬುದು ಇತಿಹಾಸ ದಾಖಲೆಗಳಿಂದ ಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ. ಆತನ ಗೋರಿ ಸಕ್ಕಾರ ಎಂಬಲ್ಲಿದೆ. ಮೃತದೇಹದೊಡನೆ ಮರದ ದೋಣಿಗಳನ್ನಿಟ್ಟು ಗೋರಿ ಕಟ್ಟುವುದು ಆಗಿನವರ ಪದ್ಧತಿಯಾಗಿತ್ತು. ಅಂತಹ ಒಂದು ಶವಸಂಸ್ಕಾರದ ದೋಣಿಯಿಂದ ಒಂದು ತುಂಡು ಮರವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿಕೊಂಡು ಅದರಿಂದ ಶುದ್ಧ ಕಾರ್ಬನ್ ತಯಾರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ದೋಣಿ ತಯಾರಿಸಲು ಬೇಕಾದ ಮರವನ್ನು ಕೇವಲ ಹತ್ತಾರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಜೀವಂತ ಮರದಿಂದ ಪಡೆದಿರಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡು ಅದರಲ್ಲಿ ಈಗ ಕಂಡುಬರುವ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಮಟ್ಟದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಲೆಕ್ಕ ಮಾಡಲಾಗಿ ನೂರಾರು ವರ್ಷ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬಂತು. ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಎದೆಗುಂದಲಿಲ್ಲ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ಒಂದಾದಮೇಲೊಂದರಂತೆ ನೂರಾರು ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು.

ಸ್ನೆಫೇರು ಎಂಬ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ದೊರೆ ಸೋಸರ್‌ಗಿಂದ ೭೫ ವರ್ಷ ಈಚಿನವ. ಆತನ ಗೋರಿಯಿಂದ ತೆಗೆದ ಮರದ ತುಂಡನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅದು ೪೮೦೦ ವರ್ಷ ಹಿಂದಿನದೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಇಲ್ಲಿ ಬಂದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಕೇವಲ ೨೦೦ ವರ್ಷ! ಐದುಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಲೆಕ್ಕದಲ್ಲಿ ೨೦೦ ವರ್ಷ ಅಷ್ಟೇನೂ ಹೆಚ್ಚಲ್ಲ. ೩೮೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಜೀವಿಸಿದ್ದನೆಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ಗೊತ್ತಿರುವ ದೊರೆ ಸೆಸೋಸ್ಟ್ರಿಸ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಫಲಿತಾಂಶ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಕರಾರುವಾಕ್ಕಾಗಿತ್ತು. ಅದಾದ ತರುವಾಯ ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೧–೨ನೆಯ ಶತಮಾನದ್ದೆಂದು ಗೊತ್ತಿರುವ ಮೃತ್ಯುಸರೋವರದ ಗ್ರಂಥಸುರುಳಿ(dead sea scrolls)ಯ ಮೇಲೆ ಸುತ್ತಿದ್ದ ಬಟ್ಟೆಯ ತುಂಡನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಲಾಗಿ ಅದು ೧೯೧೭ ± ೨೦೦ ವರ್ಷ ಹಳೆಯದೆಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಸೂಚಿಸಿದುವು. ಇಂತಹ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಿಂದ ಈ ವಿಧಾನ ವಿಶ್ವಾಸಾರ್ಹವೆಂದು ನಿರ್ಧರವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರಯೋಗತಂತ್ರಗಳೂ ಪರಿಪೂರ್ಣತೆ ಪಡೆದುವು. ಇಂದು ಲಿಬ್ಬಿಯುವರ ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಿಧಾನವು ಕಾಲನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಒಂದು ನಂಬಿಕೆಗರ್ಹವಾದ ಸಾಧನವಾಗಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದಾದ್ಯಂತ ನಲವತ್ತಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳು ಈಗ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿವೆ. ಈ ಮಹತ್ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ಲಿಬ್ಬಿಯವರಿಗೆ ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಗೌರವಿಸಲಾಯಿತು.

ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಿಧಾನ ಲಭ್ಯವಾದುದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅದಕ್ಕೆ ಹಿಂದೆ ಇತಿಹಾಸಜ್ಞರು ತಳೆದಿದ್ದ ಅನೇಕ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಅವರು ಬದಲಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಿತು. ಸಂಶಯವಿದ್ದ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಈ

ವಿಧಾನವು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಹೊಸ ಬೆಳಕು ಚೆಲ್ಲಿದೆ. ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ನವ ಶಿಲಾಯುಗ—ಮನುಷ್ಯಜೀವಿಯು ಹೊಟ್ಟೆಪಾಡಿಗಾಗಿ ಬೇಟೆಯಾಡುತ್ತಾ ಅಲೆಯುವುದು ಬಿಟ್ಟು ಬೇಸಾಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದ ಕಾಲ—ಪ್ರಾರಂಭವಾದುದು ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೨೦೦೦ದಲ್ಲಿ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಪ್ರಾಚೀನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಸರ್ವಸಮ್ಮತವಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ, ತತ್ಸಂಬಂಧವಾದ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಆ ಕಾಲ ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೩೦೦೦ ಇದ್ದಿರಬೇಕೆಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಪದೇ ಪದೇ ಘೋಷಿಸಿದುವು. ಇಂದು ಈ ಭಾವನೆ ಸರ್ವಸಮ್ಮತವಾಗಿದೆ.

ನಮ್ಮ ಭೂಗ್ರಹದ ಮೇಲೆ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ಹವಾಗುಣ ಯಾವಾಗಲೂ ಈಗಿನಂತೆಯೇ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಈಗ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಒಂದಾನೊಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರ ಯೂರೋಪಿನ ಬಹುಭಾಗವನ್ನು ಆವರಿಸಿಕೊಂಡಿತ್ತು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ಫ್ರಾನ್ಸ್, ಜರ್ಮನಿ, ಎಲ್ಲವೂ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಹೋಗಿದ್ದುವು. ಅಮೆರಿಕ ಖಂಡದಲ್ಲಿಯಾದರೋ ಗ್ರೀನ್‌ಲೆಂಡ್ ಕೆನಡಾಗಳಲ್ಲದೆ ಅಮೆರಿಕ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನದ ಉತ್ತರ ಭಾಗವೂ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದಿಂದ ಹರಡಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಮಂಜಿನಿಂದ ಆವೃತವಾಗಿತ್ತು. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಹವೆ ಬೆಚ್ಚಗಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸರಿದು ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದ ಸುತ್ತಣ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಅದು ಸೀಮಿತವಾಯಿತು. ಕಳೆದ ಒಂದು ಮಿಲಿಯನ್ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ನಾಲ್ಕು ನೀರ್ಗಲ್ಲು ಯುಗಗಳಾಗಿವೆ—ಶೀತವಲಯದ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಈ ಭೂಭಾಗಗಳಿಗೆ ನಾಲ್ಕು ಬಾರಿ ಭೇಟಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ನಾಲ್ಕನೆಯ, ಕೊನೆಯ ನೀರ್ಗಲ್ಲು ಯುಗ ಅಂತ್ಯವಾದುದು ಯಾವಾಗ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿದೆ. ಅದು ೨೫,೦೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಕೊನೆಗಂಡಿತೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ನಂಬಿದ್ದರು. ರೇಡಿಯೊಕಾರ್ಬನ್ ವಿಧಾನ ಆ ನಂಬಿಕೆಯನ್ನು ಬುಡಮೇಲು ಮಾಡಿದೆ. ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಪುನಃ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿ ನೋಡಲಾಗಿದೆ. ಕೊನೆಯ ನೀರ್ಗಲ್ಲು ಯುಗ ೧೦–೧೧ ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಕೆಳಗೆ ಕೊನೆಗಂಡಿತೆಂಬುದು ಈಗ ಖಚಿತವಾಗಿದೆ. ಯೂರೋಪು, ಅಮೆರಿಕ, ಎರಡು ಕಡೆಯೂ ಆಗಲೇ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಸರಿಯತೊಡಗಿತು.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕೆಲಸ ಇನ್ನೊಂದರ ಮೇಲೆ ಹೇಗೆ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಬಹುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಒಳ್ಳೆಯ ನಿದರ್ಶನ ಒಂದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಬಹುದು. ಮಂಚೂರಿಯದ ಪು-ಲಾನ್-ಟೀನ್ ಎಂಬ ಹಳ್ಳಿಯ ಬಳಿ ಒಂದು ಪುರಾತನ ಸರೋವರದ ಅವಶೇಷವಿದೆ. ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲೊಂದು ಸರೋವರವಿದ್ದು ಈಗ ಅದು ಇಂಗಿಹೋಗಿದೆ. ಒಣಗಿದ ಸರೋವರದ ತಳದ ಮೇಲೆ ಗಾಳಿಯಿಂದ ಹೊಡೆದುಕೊಂಡು ಬಂದ ನುಣುಪಾದ

ಹಳದಿ ಮಣ್ಣು ಹಲವಾರು ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಶೇಖರವಾಗಿದೆ. ಆ ಸರೋವರ ಏಕೆ ಒಣಗಿತು, ಯಾವಾಗ ಒಣಗಿತು ಎಂಬ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು ಜಪಾನಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ. ಇಚಿರೊ ಓಗ ಮುಂದಾದರು. ೧೯೨೦–೨೫ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಅಲ್ಲಿಯ ಮಣ್ಣನ್ನು ಅಗೆಯುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಐದಾರು ಅಡಿ ಕೆಳಗೆ ಹುದುಗಿದ್ದ ಹಲವಾರು ತಾವರೆ ಬೀಜಗಳು ಅವರಿಗೆ ದೊರೆತವು. ಸರೋವರ ಒಣಗಿದಾಗ ಅಲ್ಲಿದ್ದ ತಾವರೆ ಗಿಡದ ಬೀಜಗಳು ಅಲ್ಲೇ ಉಳಿದುಹೋಗಿರಬೇಕು.

ಡಾ. ಓಗರವರು ಆ ಬೀಜಗಳನ್ನು ಜಪಾನಿಗೆ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಎರಡನ್ನು ಕೆಸರಿನಲ್ಲಿ ನೆಟ್ಟರು. ಬೀಜ ಮೊಳೆತು ಗಿಡವಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಅವರಿಗೆ ತುಂಬಾ ನಿರಾಶೆಯಾಯಿತು. ಆ ಬೀಜಗಳಿಗೆ ಸಂತಾನಶಕ್ತಿ ಇರುವುದನ್ನು ಕಂಡ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅವುಗಳ ಕಾಲದ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಕೊಟ್ಟರು—ಅವು ಇನ್ನೂರು ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದಿನವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು. ಆದರೆ ಆ ಸರೋವರ ಇಂಗಿ ಹೋಗಿ ಹಲವಾರು ಶತಮಾನಗಳಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಕೆಲವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದರು. ೫೦,೦೦೦ ವರ್ಷಗಳಾಗಿದ್ದರೂ ಆಗಿರಬಹುದೆಂದು ಹೇಳಿದವರೂ ಇದ್ದರು.

ಡಾ. ಓಗರವರು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಆ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳ ಕೈಗೆ ಬಂದು ಅಲ್ಲಿಂದ ಹೇಗೋ ಅಮೆರಿಕ ತಲುಪಿ, ಅವು ೧೯೫೦ರ ವೇಳೆಗೆ ಚಿಕಾಗೊ ನಗರದಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ಲಿಬ್ಬಿಯವರ ಕೈಸೇರಿದುವು. ಲಿಬ್ಬಿಯವರು ಅವನ್ನು C^{14} ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರು. ಅವುಗಳು ತೋರಿದ ವಿಕಿರಣತೆಯಿಂದ ಅವು ೧೦೦೦ ವರ್ಷ ಹಿಂದಿನವೆಂದು ತೀರ್ಮಾನವಾಯಿತು. ಮಂಚೂರಿಯದ ಸರೋವರ ಹತ್ತು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆ ಇಂಗಿತೆಂದು ಸಿದ್ಧವಾಯಿತು. ಅದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಅಂಶವೆಂದರೆ, ೧೦೦೦ ವರ್ಷವಾದರೂ ತಾವರೆ ಬೀಜಗಳು ಸಂತಾನಶಕ್ತಿ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಹಿಂದಿನ ಭಾವನೆಯನ್ನು ತಿದ್ದಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಯಿತು. ಸಾವಿರ ವರ್ಷ ಕಾಲ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಅವಿತುಕೊಂಡಿದ್ದ ಆ ಬೀಜಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟಿದ ತಾವರೆ ಗಿಡಗಳನ್ನೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಅರಳಿರುವ ತಾವರೆ ಪುಷ್ಪಗಳನ್ನೂ ಇಂದು ವಾಷಿಂಗ್ಟನ್ನಿನ ಕೆನಿಲ್‌ವರ್ತ್ ಜಲೋದ್ಯಾನದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು.

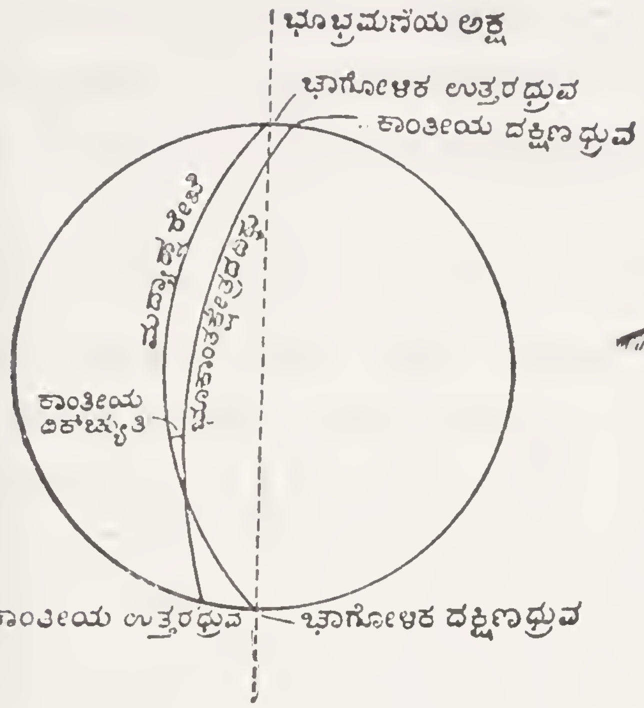
ಅವಶಿಷ್ಟಕಾಂತತೆ ವಿಧಾನ

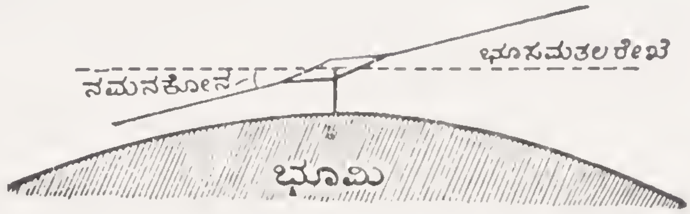
ದಿಕ್ಸೂಚಿ ಅಥವಾ ಉತ್ತರಮುಖಿಯ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ಕಾಂತತೆಯುಳ್ಳ ಸೂಜಿ ಅಥವಾ ಕಬ್ಬಿಣದ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಒಂದು ಆಸರೆಯ ಮೇಲೆ ಕೂರಿಸಿ ನಿರಾಳವಾಗಿ ತಿರುಗಾಡಲು ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದರ ಒಂದು ತುದಿ ಉತ್ತರಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿ ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೂ ತಿರುಗಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸೂಜಿ ಹಾಗೆ

ನಿಂತುಕೊಳ್ಳಲು ಕಾರಣ, ಅದರ ಎರಡು ತುದಿಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವ ಕಾಂತಧ್ರುವಗಳು (magnetic poles). ಉತ್ತರದ ಕಡೆ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗುವ ಧ್ರುವವನ್ನು ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವೆಂದೂ ದಕ್ಷಿಣದ ಕಡೆ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗುವ ಧ್ರುವವನ್ನು ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವವೆಂದೂ ಕರೆಯುವುದು ವಾಡಿಕೆ. ಭೂಮಿಯೇ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಆಯಸ್ಕಾಂತದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂದೂ, ಅದರ ಒಂದು ಧ್ರುವವು ಭೂಮಿಯ ಭೌಗೋಳಿಕ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದ ಬಳಿ ಇದ್ದು ಅದು ಸೂಜಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದೆಂದೂ, ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ಧ್ರುವವು ಭೌಗೋಳಿಕ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದ ಬಳಿ ನೆಲಸಿದ್ದು ಅದು ಸೂಜಿಯ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದೆಂದೂ ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಒಂದು ಧ್ರುವವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದು ಯಾವಾಗಲೂ ಅದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧ ಸ್ವಭಾವದ ಧ್ರುವ. ಆದುದರಿಂದ ಸೂಜಿಯ 'ಉತ್ತರ ಧ್ರುವ'ವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವ ಭೂ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಧ್ರುವವು ನಿಜಕ್ಕೂ ಅದರ 'ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವ.' ಅದು ಇರುವುದಾದರೋ ಭೌಗೋಳಿಕ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವದ ಬಳಿ. ಹಾಗೆಯೇ ಭೂಮಿಯ ಕಾಂತೀಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವವಿರುವುದು ಭೌಗೋಳಿಕ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವದ ಬಳಿ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ; ಕಾಂತೀಯ ಧ್ರುವಗಳ ಸ್ಥಾನ, ಭೌಗೋಳಿಕ ಧ್ರುವಗಳ ಸ್ಥಾನ ಒಂದೇ ಅಲ್ಲ. ಕಾಂತೀಯ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಕ್ಕೂ ಭೌಗೋಳಿಕ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಕ್ಕೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂತರವಿದೆ; ಅಂತೆಯೇ ಕಾಂತೀಯ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಕ್ಕೂ ಭೌಗೋಳಿಕ ದಕ್ಷಿಣ ಧ್ರುವಕ್ಕೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂತರವಿದೆ.

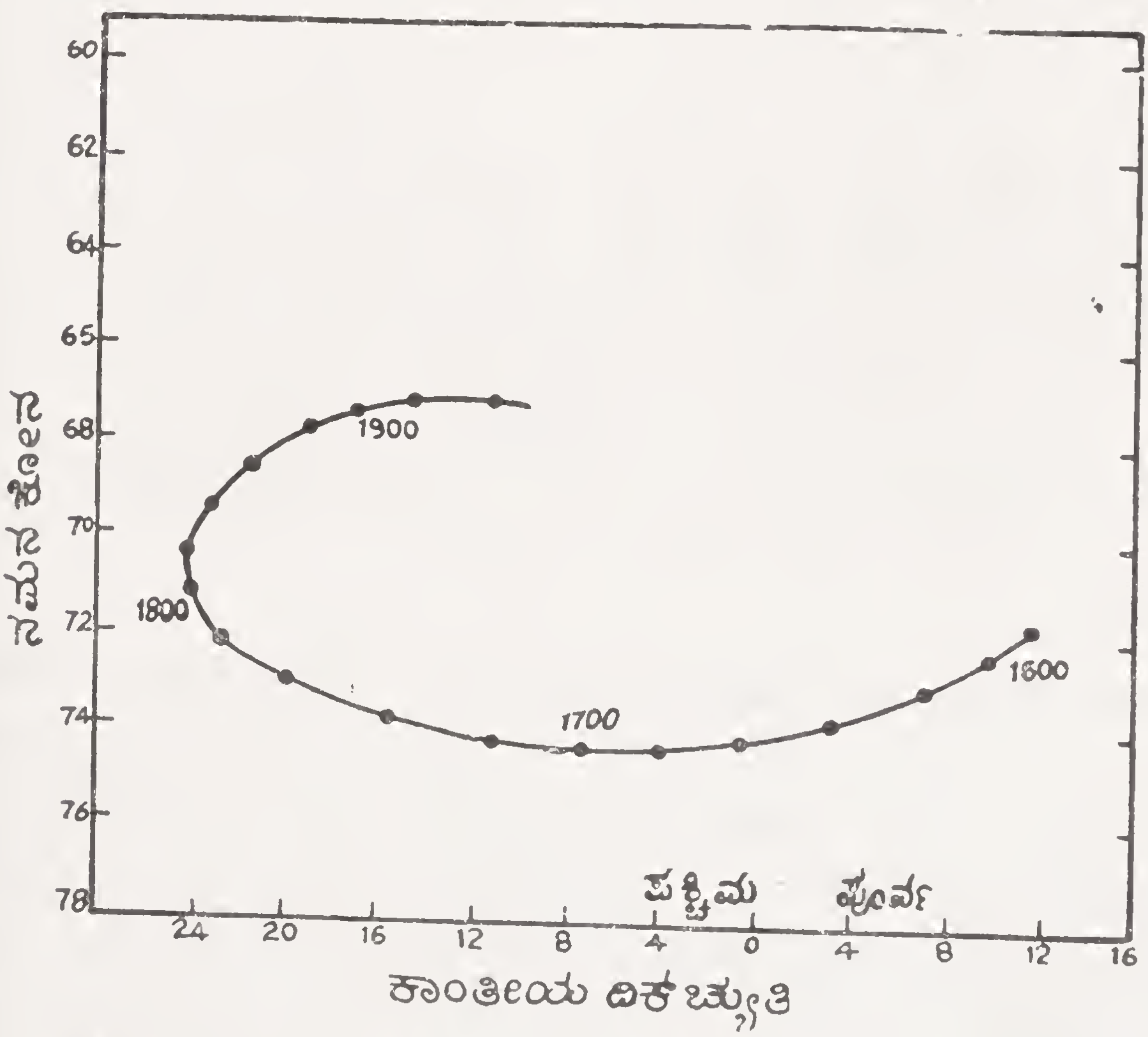
ಭೂಮಿಯ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಯಾವುದೇ ಬಿಂದುವಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋಗುವಂತೆ ಭೌಗೋಳಿಕ ದಕ್ಷಿಣ ಉತ್ತರ ಧ್ರುವಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಒಂದು ರೇಖೆ ಎಳೆದರೆ ಅದನ್ನು ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ರೇಖೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ; ಏಕೆಂದರೆ ಆ ರೇಖೆಯ ಮೇಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಬಿಂದುಗಳ ಮೇಲೂ ಒಂದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಧ್ಯಾಹ್ನವಾಗುತ್ತದೆ—ಸೂರ್ಯ ನೆತ್ತಿಯ ಮೇಲಿರುತ್ತಾನೆ. ಅದೇ ಬಿಂದುವಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವ ಕಾಂತೀಯ ಉತ್ತರ–ದಕ್ಷಿಣರೇಖೆ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ಭೂ(ಮಿಯ)ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ರೇಖೆಗಳೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದಿಲ್ಲ; ಭೂ ಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ರೇಖೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಓರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ರೇಖೆಗಳ ನಡುವಣ ಕೋನಕ್ಕೆ **ಆ ಸ್ಥಳದ** ಕಾಂತೀಯ ದಿಕ್‌ಚ್ಯುತಿ (magnetic declination) ಎನ್ನಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಒಂದು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ಭೂಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರವು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ಸಮಾನಾಂತರ(horizontal)ವಾಗಿರಬೇಕೆಂಬ ನಿಯಮವೂ ಇಲ್ಲ. ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಭೂಸಮತಲಕ್ಕೆ ಓರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಅಲ್ಲಿಯ ಭೂಸಮತಲಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ಕೋನಕ್ಕೆ **ಆ ಸ್ಥಳದ** ನಮನ (dip) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಹೋಗುವುದೆಂದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಅದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತ





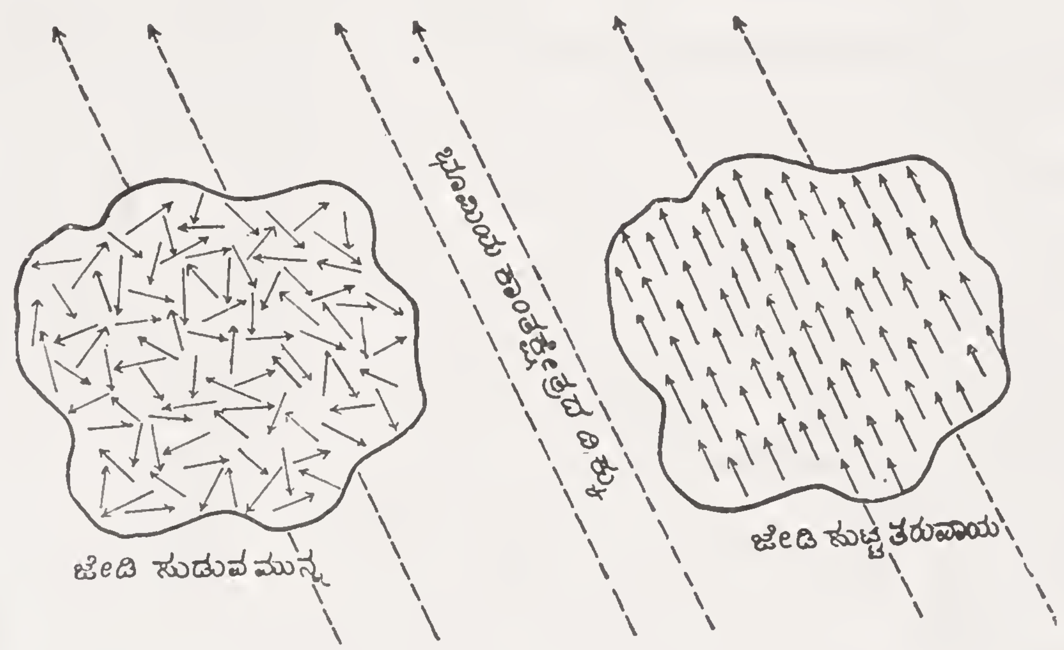
ಕ್ಷೇತ್ರವು ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕಳೆದ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಹೇಗೆ ಬದಲಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ ಯೆಂಬುದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದಾಖಲೆಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವು



ಕಳೆದ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿರುವ ಬಗೆ

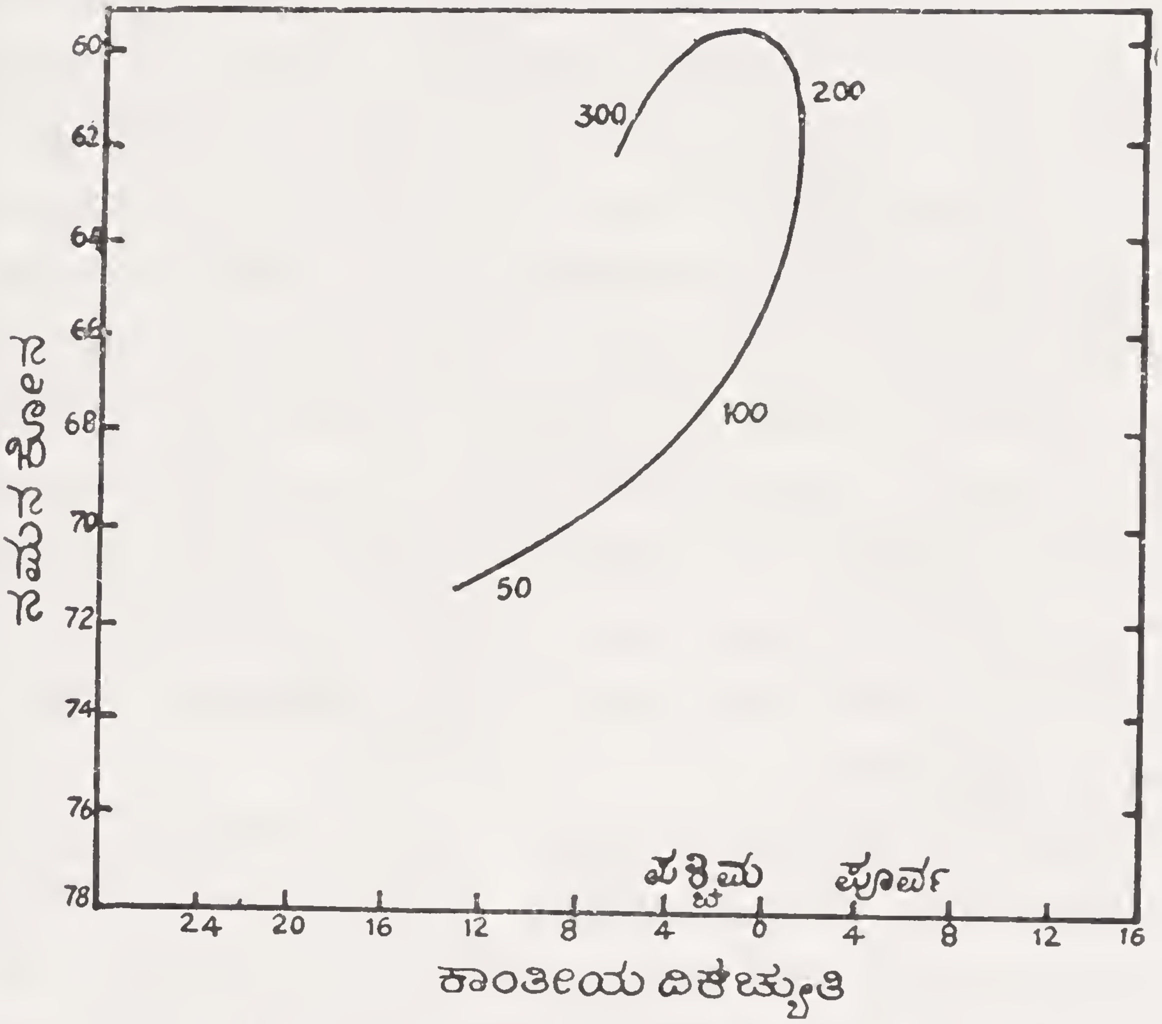
ದಾದರೊಂದು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಿದರೆ ಅದು ಯಾವ ಕಾಲದ್ದೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸ ಬಹುದಲ್ಲವೆ? ಆದರೆ ಅಂದು ಇದ್ದ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕು ಯಾವುದು ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದು ಹೇಗೆ?

ಪ್ಯಾರಿಸ್ಸಿನ ಪ್ರೊ. ಇ. ಥೆಲೆಯಿರ್‌ರವರು ಇದಕ್ಕೊಂದು ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕುಂಬಾರರು ಮಡಕೆಗಳನ್ನು ಸುಡುವ ಆವಿಗೆ, ಇಟ್ಟಿಗೆಗೂಡು, ಮನೆಯಲ್ಲಿನ ಒಲೆ, ಕಮ್ಮಾರನ ಕುಲುಮೆ, ಮುಂತಾದುವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಲು ಜೇಡಿ ಮಣ್ಣು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸರಿಯಷ್ಟೆ. ಜೇಡಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಕಾಂತತೆಯುಳ್ಳ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಕಬ್ಬಿಣದ ಆಕ್ಸೈಡು ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಬೆರೆತುಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಈ ಕಬ್ಬಿಣದ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಕಣಗಳು ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ ದಿಕ್ಸೂಚಿಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಜೇಡಿಯಲ್ಲಿ ಆ ಕಣಗಳು ಅವ್ಯವಸ್ಥಿತವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವಾದರೂ, ಜೇಡಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಆ ಕಣಗಳು ಉಷ್ಣಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ತಾವಿದ್ದ ನಿಲುವಿನಿಂದ ಕದಲಿ ಕಾಂತಸೂಜಿಗಳಂತೆ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ನಿಂತುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅವು ಹಾಗೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳ್ಳುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಜೇಡಿ ತಣ್ಣಗಾದ



ಮೇಲೂ ಆ ಕಣಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹಾಗೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಜೇಡಿಯ ತುಂಡು ಕಾಂತತೆಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅದರ ಪರಿಮಾಣ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದರೂ ಅದರ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಲ್ಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದುದರಿಂದ, ಯಾವುದಾದರೂ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿ ಸುಟ್ಟ ಜೇಡಿ ತಾನಿದ್ದ ಜಾಗದಿಂದ ಕದಲದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಸಿಕ್ಕರೆ, ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಾಂತ ಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿ ಅದನ್ನು ಸುಟ್ಟ ಕಾಲದ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರದ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಪತ್ತೆಮಾಡಬಹುದು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದಾಖಲೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅದು ಯಾವ ಕಾಲದ್ದೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.

ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂನತೆ ಇದೆ. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದಾಖಲೆಗಳು ಸಿಗದಿರುವ ಬಹು ಹಿಂದಿನ ಅವಶೇಷವಾದರೆ ಏನು ಮಾಡುವುದು? ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆ ಅದೇ ಕಾಲದ, ಬೇರೆ ಆಧಾರಗಳಿಂದ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ ಖಚಿತವಾಗಿರುವ ಹಲವಾರು ಅವಶೇಷಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತವು ವ್ಯತ್ಯಾಸಹೊಂದಿರುವ ಬಗೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಅದಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ ಆಗಂತುಕ ಅವಶೇಷದ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.



ಪ್ರಾಚೀನ ರೋಂ ನಗರದ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ. ಶ. ೫೦ರಿಂದ ೩೦೦ರವರೆಗೆ ಭೂಕಾಂತಕ್ಷೇತ್ರ ಬದಲಾಯಿಸಿರುವ ಬಗೆ—ಸುತ್ತಮುತ್ತ ದೊರೆತ ಕುಂಬಾರರ ಆವಿಗೆಗಳನ್ನಾಧರಿಸಿ ಪಡೆದದ್ದು

ಇದೊಂದು ದೊಡ್ಡ ನ್ಯೂನತೆ ಎಂಬುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಈ ಒಂದು ಕೊರತೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿಕೊಂಡದ್ದೇ ಆದರೆ, ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಫಲಿತಾಂಶ C^{14} ವಿಧಾನಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದುದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಈ ವಿಧಾನದ ಅನ್ವಯ ಕಾಲನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿಲ್ಲ. ಗ್ರೀಕ್ ಐತಿಹಾಸಿಕ ಅವಶೇಷಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಒಂದು ಬಾರಿ ಜೇಡಿಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಮಾಡಿದ ಒಂದು ಪ್ರತಿಮೆಯ ರುಂಡಮುಂಡಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಸಿಕ್ಕುವು. ಅವು ಒಂದೇ ಪ್ರತಿಮೆಯುವೆ, ಅಲ್ಲವೆ ಎಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ಅವೆರಡು ಭಾಗಗಳೂ ಒಂದೇ ಪ್ರತಿಮೆಯುವಾಗಿದ್ದರೆ ಅವು ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಸೇರಿಸಿಟ್ಟಾಗ ಎರಡು

ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಂತತೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರಬೇಡವೆ? ಅದು ಹಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಂತತೆ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಪ್ರತಿಮೆಯ ಮುಖ ಬೆನ್ನುಕಡೆ ತಿರುಗಿಕೊಂಡಿತು. ರುಂಡಮುಂಡಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವಿಲ್ಲದವೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು.

ಉಷ್ಣದೀಪ್ತಿ ವಿಧಾನ

ಈ ಹೊಸ ವಿಧಾನವೂ ಸುಟ್ಟ ಜೇಡಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಜೇಡಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಯುರೇನಿಯಂ, ಥೋರಿಯಂ ಮುಂತಾದ ವಿಕಿರಣಾತ್ಮಕ ಧಾತುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ—ಕೋಟಿಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ಭಾಗವಿರಬಹುದು. ಈ ಧಾತುಗಳ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಹೊರಟ ರಶ್ಮಿಗಳು ಜೇಡಿ ಕಣಗಳ ಜಾಲಂಧ್ರದಲ್ಲಿನ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳಿಗೆ ಬಡಿದು ಆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಪಥಾಂತರಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಅವು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಉನ್ನತ ಶಕ್ತಿಯ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ನೆಲಸುತ್ತವೆ. ನೂರಾರು ವರ್ಷಕಾಲ ಈ ಕ್ರಿಯೆ ನಡೆದಿದೆ ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ತರುವಾಯ ಆ ಜೇಡಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳು ಆ ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕದಲಿ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಮರಳುತ್ತವೆ. ಆಗ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದ್ದ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ವಿಸರ್ಜನೆ ಹೊಂದಿ ಅದು ಬೆಳಕಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ಉಷ್ಣದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಹೀಗೆ ಬೆಳಕು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೇ ಉಷ್ಣದೀಪ್ತಿ (thermoluminescence).

ಜೇಡಿಯನ್ನು ಒಂದು ಬಾರಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಅದರಲ್ಲಿ ಆ ಹಿಂದೆ ಪಥಾಂತರಗೊಂಡಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಬಿಡುವುದರಿಂದ, ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲಾನಂತರ ಅದನ್ನು ಪುನಃ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಬೆಳಕು ಸೂಸುವುದಿಲ್ಲ. ನೂರಾರು ವರ್ಷಕಾಲ ಅದು ಹಾಗೆಯೇ ಇದ್ದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಪಥಾಂತರಗೊಂಡ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಿಟ್ಟು ಅದನ್ನು ಪುನಃ ಕಾಯಿಸಿದರೆ ಅದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕು ಸೂಸುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಆ ಬೆಳಕಿನ ಮೊತ್ತವನ್ನು ಅಳೆದು ಆ ಜೇಡಿಯನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ಎಷ್ಟು ಕಾಲವಾಯಿತು ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಬಹುದು.

ಈ ವಿಧಾನದ ಆಧಾರತತ್ವಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದವರು ವಿಸ್ಕಾನ್ಸಿನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ. ಫ್ಯಾರಿಂಗ್‌ಟನ್ ಡೇನಿಯಲ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸಿಟ್ಸರ್‌ಲೆಂಡಿನ ಪ್ರೊ. ಹೌಟೆರ್‌ಮಾನ್ಸ್. ಉಷ್ಣದೀಪ್ತಿಯಿಂದ ಒದಗುವ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಅಳೆಯಲು ತಕ್ಕ ಸಾಧನೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತಂದವರು ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಡಾ. ಜಾರ್ಜ್ ಸಿ. ಕೆನೆಡಿಯವರು. ಬೇರೆ ಆಧಾರಗಳಿಂದ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ ಮಾಡಿದ ಐತಿಹಾಸಿಕ

ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಗುರಿಪಡಿಸಿ ನೋಡಲಾಗಿ ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ನಿರ್ಣಯವಾದ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಮೊದಲೇ ನಿರ್ಣಯವಾದ ಕಾಲಕ್ಕೂ ಹತ್ತಾರು ವರ್ಷ ಸಹ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಲಿಲ್ಲ.

C^{14} ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಒಂದು ಕಾಲಪರಿಮಿತಿಯುಂಟು. ೫೦,೦೦೦ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದಿನ ಅವಶೇಷದಲ್ಲಿರುವ ವಿಕಿರಣತೆಯ ಮಟ್ಟ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದ ಅದರಿಂದ ಒದಗುವ ಫಲಿತಾಂಶ ಅಷ್ಟು ಕರಾರುವಾಕಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿಯಾದರೋ, ಅವಶೇಷ ಹಳೆಯದಾದಷ್ಟೂ ಅದು ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಸುತ್ತದೆಯಾದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ಅಳೆಯಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಮನುಷ್ಯಜೀವಿಗಳು ಮರದ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಬಹು ಮುಂಚೆಯೇ ಬೆಂಕಿಯನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದುದರಿಂದ ಅಷ್ಟು ಹಿಂದಿನ ಅವಶೇಷಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಣಯ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ಈ ವಿಧಾನ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಉಷ್ಣದೀಪ್ತಿ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಭವಿಷ್ಯವಿರುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿರುವ ವಿಧಾನಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಪ್ರಾಚೀನ ಅವಶೇಷಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಣಯಕ್ಕೆ ಬಳಸಬಹುದಾದ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಹೊಸಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬರುತ್ತಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ, ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯಾಪಕವಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳವಾಗಿರುವ ಒಂದು ವಿಧಾನ ಬಹು ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾದುದಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಗಾಜಿನ ವಸ್ತು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಹೂತುಹೋಗಿದ್ದರೆ, ಇಲ್ಲವೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಹೋಗಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಮೇಲ್ಮೈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ಕ್ರಮೇಣ ಶಿಥಿಲಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ವಸ್ತುವನ್ನು ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ ಛೇದಮುಖ(cross section)ವನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಶಿಥಿಲಗೊಂಡ ಮೇಲ್ಮೈಭಾಗವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಪದರಪದರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದೊಂದು ಪದರವೂ ಸುಮಾರು ಒಂದಂಗುಲದ ಹತ್ತು ಸಾವಿರದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗ ದಪ್ಪವಿರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲೇ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಿರುವ ಅಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡಿ ನೋಡಿದಾಗ ಒಂದೊಂದು ಪದರವೂ ಒಂದೊಂದು ವರ್ಷದ ಪರಿಣಾಮವೆಂದು ಕಂಡುಬಂತು. ಋತುಗಳ ಬದಲಾವಣೆಯು ಕ್ರಮವಾಗಿ ವರ್ಷಕ್ಕೊಂದು ಸಲ ಆವರ್ತೀಯವಾಗಿ ನಡೆಯುವುದರಿಂದ ಗಾಜಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾಗುವ ಪರಿಣಾಮವೂ ಆವರ್ತೀಯವಾಗಿ ನಡೆದು ವರ್ಷಕ್ಕೊಂದು ಪದರ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹಳೆಯ ಮರಗಳ ಕಾಂಡದ ಮೇಲಿನ ಪದರಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿ ಆ ಮರದ ವಯಸ್ಸು ನಿರ್ಧರಿಸುವಂತೆ ಗಾಜಿನ ಮೇಲ್ಮೈಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಣಾಮದ ಪದರಗಳನ್ನು ಎಣಿಸಿ ಆ ವಸ್ತು ಎಷ್ಟು ಹಳೆಯದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಬಹುದು.

ಅಮೆರಿಕದ ತೀರದಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಹೋಗಿದ್ದ ಒಂದು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಹಡಗಿನಿಂದ

ತೆಗೆದ ಒಂದು ದ್ರಾಕ್ಷಾಮದ್ಯದ ಸೀಸೆಯನ್ನು ಈ ರೀತಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಅದು ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೭೬೫-೮೫ರಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿರಬೇಕೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಲಾಯಿತು. ಐತಿಹಾಸಿಕ ದಾಖಲೆಗಳ ಪ್ರಕಾರ ಅಮೆರಿಕದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಂಗ್ರಾಮದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಯಾರ್ಕ್‌ಟೌನಿನ ಮುತ್ತಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಯುದ್ಧ ನೌಕೆಯನ್ನು ೧೭೮೧ರಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಸೀಸೆ ಆ ಹಡಗಿನದೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು.

ನ್ಯೂಟ್ರಾನಿನಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ

ಪುರಾತನ ಗ್ರೀಕರ ಕಾಲದ ಬೆಳ್ಳಿ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ಬಾರಿ ಆ ನಾಣ್ಯಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಅವಶ್ಯವಾಯಿತು. ಸಂದರ್ಭ ಹೀಗಿತ್ತು: ಆ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಅಥೆನ್ಸ್ ಸಂಸ್ಥಾನದವು; ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಕಾರಿಂಥ್ ಸಂಸ್ಥಾನದವು. ಅಥೆನ್ಸ್ ನಾಣ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೆಳ್ಳಿ ಎಲ್ಲಿಂದ ಬಂದಿತೆಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಸಂದೇಹವಿರಲಿಲ್ಲ. ನಗರಕ್ಕೆ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದ ಲಾವ್ರಿಯಂ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಬೆಳ್ಳಿ ಅದಿರು ಸಿಗುತ್ತಿತ್ತು. ಕಾರಿಂಥ್ ನಗರಕ್ಕೆ ಸ್ವಂತ ಬೆಳ್ಳಿ ಗಣಿ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಕಾರಿಂಥ್ ನಾಣ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೆಳ್ಳಿ ಎಲ್ಲಿಂದ ಬಂತು? ಲಾವ್ರಿಯಂ ಗಣಿ ಯಿಂದಲೇ ಬಂದಿರಬಹುದೆ? ಆದರೆ ಅಥೆನ್ಸ್ ನಗರಕ್ಕೂ ಕಾರಿಂಥ್‌ಗೂ ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಪೈಪೋಟಿ ಇದ್ದು ಎರಡು ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಿಗೂ ಆಗಾಗ ವೈಮನಸ್ಯ ವಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಅದರಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ವ್ಯಾಪಾರಕ್ಕೇನಾದರೂ ಧಕ್ಕೆಯುಂಟಾಗುತ್ತಿತ್ತೆ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರ ಕೊಡುವುದಕ್ಕೆ ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಆ ನಾಣ್ಯಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪದ ಬಗ್ಗೆ ಮಾಹಿತಿ ಅವಶ್ಯವೆನಿಸಿತು.

ಬೆಳ್ಳಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬೆರೆತುಕೊಂಡಿರುವ ಅಶುದ್ಧತೆ ಎಂದರೆ ಚಿನ್ನ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೆಳ್ಳಿಯನ್ನು ಶುದ್ಧೀಕರಿಸುವ ತಂತ್ರಗಳು ಇನ್ನೂ ಪಕ್ವವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಲಾವ್ರಿಯಂನಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಅದಿರೇನೋ ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾದುದು; ಆದುದರಿಂದ ಬಹುಶಃ ಅಥೆನ್ಸ್ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಅಶುದ್ಧತೆ (ಚಿನ್ನ) ಇರಲಾರದು. ಕಾರಿಂಥ್ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಬೇಕು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಥೆನ್ಸ್ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿರುವಷ್ಟೇ ಮಟ್ಟದ ಅಶುದ್ಧತೆ ಇದ್ದರೆ ಆ ಬೆಳ್ಳಿ ಲಾವ್ರಿಯಂನಿಂದಲೇ ಬಂದಿರಬೇಕು. ಇಲ್ಲದೆ, ಆ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣ ಚಿನ್ನವಿದ್ದರೆ ಆ ಬೆಳ್ಳಿ ಬೇರೆ ಆಕರದಿಂದ ಬಂದಿರಬೇಕು. ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಹಾಗೆ ನಾಶಪಡಿ ಸಲು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಿದ್ಧರಿರಲಿಲ್ಲ.

ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಿದವರು ಆಕ್ಸ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮಿಸ್ ವೇರಾ ಎಮಿಲಿಯಸ್‌ರವರು. ಪರಮಾಣು ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ

ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲ ಇಟ್ಟು ತೆಗೆದರೆ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ತಾಡಿತದಿಂದ ಬೆಳ್ಳಿಯ ನಾಣ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಬೆಳ್ಳಿ, ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಚಿನ್ನದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೆಲವೊಂದು ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಚಿನ್ನದ ಪರಮಾಣು Au-೧೯೭ ಒಂದು ನ್ಯೂಟ್ರಾನನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು Au-೧೯೮ ಎಂಬ ಚಿನ್ನದ ಐಸೊಟೋಪಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆ. Au-೧೯೮ ಅಸ್ಥಿರ, ಅದನ್ನು ರೇಡಿಯೊಚಿನ್ನ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಅದು β ಕಣಗಳನ್ನೂ γ ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚೆಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರತೆ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ತಾಮ್ರದ ಪರಮಾಣುಗಳು ರೇಡಿಯೊತಾಮ್ರವಾಗಿಯೂ ಬೆಳ್ಳಿಯ ಪರಮಾಣುಗಳು ರೇಡಿಯೊ ಬೆಳ್ಳಿಯಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅವೂ ಸಹ β ಕಣಗಳನ್ನೂ γ ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಹೊರಕ್ಕೆ ಚೆಲ್ಲುತ್ತವೆ.

ರೇಡಿಯೊ ಚಿನ್ನ, ರೇಡಿಯೊಬೆಳ್ಳಿ ಮತ್ತು ರೇಡಿಯೊತಾಮ್ರಗಳು ಸೂಸುವ γ ಕಿರಣಗಳು ಒಂದೇ ತರಂಗದೂರದವಲ್ಲ, ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರ ಬೇರೆ ಬೇರೆ. ಮಿಶ್ರಬೆಳಕನ್ನು ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ(spectrometer)ದ ಮೂಲಕ ಕಳಿಸಿದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗದೂರದ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು–ಅಂದರೆ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳು– ಹೇಗೆ ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಒಂದು ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಈ ನಾಣ್ಯಗಳಿಂದ ಬರುವ ಮಿಶ್ರ γ ಕಿರಣಗಳನ್ನು γ ಕಿರಣ ರೋಹಿತ ಮಾಪಕ (γ ray spectrometer)ದ ಮೂಲಕ ಕಳಿಸಿ ಮೂರು ಬಗೆಯ γ ಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಈಗ ರೇಡಿಯೊಚಿನ್ನದಿಂದ ಬರುವ γ ಕಿರಣಗಳ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ದೃಷ್ಟಿ ಹಾಯಿಸಿ ಅದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಳೆದರೆ ನಾಣ್ಯದಲ್ಲಿನ ಚಿನ್ನದ ಅಂಶ ಎಷ್ಟೆಂಬುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ನಾಣ್ಯಗಳು ಹಾಳಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ನಾಲ್ಕಾರು ದಿನ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣಪಟುತ್ವ ವಿರುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟೆ.

ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೫ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಥೆನ್ಸ್ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಿನ್ನದ ಅಂಶ ಅತ್ಯಂತ ಕಡಮೆ—ಸುಮಾರು ೨೦೦ದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗ—ಇದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಈ ಫಲಿತಾಂಶ ನಿರೀಕ್ಷಿತವೇ. ಕಾರಿಂಥ್ ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಚಿನ್ನದ ಅಂಶ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಅಥೆನ್ಸ್ ನಾಣ್ಯಗಳಂತೆಯೇ ಇದ್ದುವು. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ನಾಣ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೧/೩ದಷ್ಟು ಚಿನ್ನ ಇದ್ದುದೂ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಆ ಬೆಳ್ಳಿ ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಿಂದಲೋ ಬಂದಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಎರಡು ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ನಡುವೆ ವ್ಯಾಪಾರ ವ್ಯವಹಾರ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವಷ್ಟು ಮೈತ್ರಿ ಇದ್ದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕಾರಿಂಥ್ ನಗರಕ್ಕೆ ಲಾವ್ರಿಯಂನಿಂದಲೇ ಬೆಳ್ಳಿ ಸರಬರಾಜಾಗಿರಬೇಕು. ಎರಡು ನಗರಗಳ ನಡುವೆ ವೈಮನಸ್ಯವಿದ್ದಾಗ ಕಾರಿಂಥಿಗೆ ಬೇರೆ ಕಡೆಯಿಂದ ಬೆಳ್ಳಿ ಸರಬರಾಜಾಗಿರಬೇಕು.

ಇದುವರೆಗೆ ನಾವು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡವರು ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ? ರಾಸಾಯನಿಕರೇ? ಭೂವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ? ಮಾನವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೇ? ಇತಿಹಾಸ ಸಂಶೋಧಕರೇ? ಹೇಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅವರು ಶಾಲಾ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ತರಬೇತಿ ಪಡೆದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವರು ಕೈಗೊಂಡ ಸಂಶೋಧನೆ ಅವರನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಭಾಗಗಳಿಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ದಿದೆ. ಆಧುನಿಕ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೇನಿದ್ದರೂ ಇಂತಹ 'ಸರಹದ್ದು' ಪ್ರಾಂತದಲ್ಲೇ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದು. ಕಳೆದ ಅರ್ಧ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ಪಡೆದಿರುವವರಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಮಂದಿ ರಾಸಾಯನಿಕರಿದ್ದಾರೆ, ಎಷ್ಟು ಮಂದಿ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿದ್ದಾರೆಂಬುದನ್ನು ಎಣಿಸಿನೋಡುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು. ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಉನ್ನತಮಟ್ಟದ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿರುವ ರುದರ್ಫರ್ಡ್, ಬೋರ್, ಫರ್ಮಿ, ಚಾಡ್ವಿಕ್, ಕ್ಯೂರಿ, ಮುಂತಾದವರಲ್ಲಿ ಯಾರು ಯಾರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡಸಿದರು, ಯಾರು ಯಾರು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ತರಬೇತಿ ಪಡೆದರು, ಯಾರಿಗೆ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ದೊರೆತಿದೆ, ಯಾರಿಗೆ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನ ದೊರೆತಿದೆ, ಎಂಬ ವಿವರಗಳನ್ನು ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ದಾಖಲೆಗಳಿಂದ ಪತ್ತೆಮಾಡಬೇಕೇ ವಿನಾ, ಅವರ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದ ಪರಿಚಯದಿಂದ ಏನೂ ಹೇಳುವಂತಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ನಾವು ಕಲಿಯಬೇಕಾದ ಪಾಠ ಇದು: ಮಾನವಜ್ಞಾನ ಒಂದು ಅದನ್ನು ವಿಭಾಗಮಾಡಿರುವುದು ಕೃತಕ, ಕೇವಲ ಅನುಕೂಲಕ್ಕಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿರುವುದು, ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾದುದು.

ಡಾ. ಎಚ್. ಎಸ್. ನಾಗರಾಜಯ್ಯ

ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುನಶ್ಚೇತನ

ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವಿರುವವರೂ ಸಹ, ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು (Inorganic Chemistry) ಆದಿಯಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿಯೇ ಇರುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಪೂರ್ಣ ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ಜೈವಿಕವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಮಹತ್ವ ಪಾತ್ರವು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. ಅದೇ ಸಾವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದು ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಇಂಗಾಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Organic Chemistry). ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ನಿರ್ಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿರದ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಅಧ್ಯಯನವೇ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ. ಇಂಗಾಲದ ಕೆಲ ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಕೂಡ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಭಾಗವಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಮೂಲ ವಸ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು, ಅದರ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳಾದ ವಜ್ರ, ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಮತ್ತು ಇದ್ದಿಲಿನ ಗುಣಗಳು, ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರಸಾಯನಿಕ ಅಧ್ಯಯನ. ಹೀಗಾಗಿ 'ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ'ವೆಂಬ ಹೆಸರು ಒಂದು ಅನ್ವರ್ಥನಾಮವಾಗಿ ಮೊದಲು ಪ್ರಯೋಗವಾಯಿತು.

ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆ ೧೦೩. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೯೦ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಉಳಿದವು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ಅಂದರೆ ಕಳೆದ ೨೫ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಮಾನವನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಕೃತಕ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು, ಈ ಮೂಲವಸ್ತು ಸೃಷ್ಟಣೆಯು ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ಈ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಕೊಡುಗೆ. ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಗಳಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆ. ಈಗ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಕೆಲವು ಆಗಿನ್ನೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವು ಅದರ

ಅನೇಕ ಅಭೇದ್ಯ ಪರಮಾಣುಗಳ ಒಂದು ಒಕ್ಕೂಟವೆಂದಷ್ಟೆ ದೃಢವಾಗಿ ಸಾರಲ್ಪಟ್ಟಿತ್ತು. ಇದೇ ಡಾಲ್ಟನ್ ಎಂಬ ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಪರಮಾಣುವಾದದ ಮುಖ್ಯ ಸಾರಾಂಶ. ಅಂದರೆ ಆಗಿನ್ನೂ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಇರಲಿಲ್ಲ.

ಆದುದರಿಂದ ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕ್ರಮವು ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತಿದ್ದಿತು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವಿಗೂ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅದು ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ವಿಧಾನ, ಪ್ರಕೃತಿ ಮೂಲದಿಂದ ಅದನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ರೀತಿ, ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಶುದ್ಧೀಕರಣ, ಶುದ್ಧ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಭೌತ ಮತ್ತು ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ಇತರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಅದರ ವಿವಿಧ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು, ಮೂಲವಸ್ತುವನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಮಗಳು, ಮೂಲವಸ್ತು ಮತ್ತು ಅದರ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳು ಮತ್ತು ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪಾತ್ರ—ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಆ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಪೂರ್ಣ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಬರೆದಿಡುವುದು ಸಂಪ್ರದಾಯವಾಯಿತು. ಈ ಅಧ್ಯಯನಾ ಕ್ರಮದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು, ತನ್ನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಮೊದಲ ಹಂತದಲ್ಲಿ ಮಾನವನಿಗೆ ಅನೇಕ ಉಪಯುಕ್ತ ಲೋಹಗಳನ್ನೂ, ಮಿಶ್ರ ಲೋಹಗಳನ್ನೂ, ಅಲೋಹಗಳನ್ನೂ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಉಪಯೋಗಗಳಿರುವ ಅನೇಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೂ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಕಬ್ಬಿಣ, ಉಕ್ಕು, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ ಸಲ್‌ಫ್ಯೂರಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಕ್ಲೋರೀನ್, ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಗಾಜು, ಸಿಮೆಂಟ್, ಕೃತಕ ಗೊಬ್ಬರಗಳು ಇತ್ಯಾದಿ.

ಆದರೆ ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ, ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯು, ಮೂಲವಸ್ತು ಒಂದೊಂದೂ ಬೇರೆಂಬಂತೆ ಅದರದರ ಪೂರ್ಣ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿ ಮನನಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮೇಲಾಗಿ ಅದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಜ್ಞಾಪಕವಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ಅಧ್ಯಯನಾ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಬಲಿಯಾಗಬೇಕಾಯಿತು. ಅದರಲ್ಲೂ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆಲ್ಲಾ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಸ್ತಾರವೂ ಅತಿಯಾಗಿ, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೂ ಸಂಶೋಧಕರುಗಳಿಗೂ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಯಿತು. ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಸ್ತರಣೆ ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಬೆಳೆಯಿತೆಂದರೆ, ಅದರ ಭಾಗವಾಗಿದ್ದ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಧ್ಯಯನ ವಿಷಯಗಳು ಇಂದು ತಾವೇ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಹೊಸ ಪ್ರಮುಖ ಶಾಖೆಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಲಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ವಿಕಿರಣಾತ್ಮಕ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಕಿರಣಗಳ ಪರಿಣಾಮಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Radio and Radiation Chemistry), ವಿಶ್ಲೇಷಣಾ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Analytical Chemistry),

ರಸಾಯನಿಕ ಭೂಗರ್ಭಶಾಸ್ತ್ರ (Geochemistry), ಇತ್ಯಾದಿ. ಇದು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ನೀಡಿದ ಮತ್ತೊಂದು ಕೊಡುಗೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ, ೧೮೨೮ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಒಂದು ಚರಿತ್ರಾರ್ಹ ಘಟನೆಯೆಂದರೆ, ವ್ಹೋಲರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಯೂರಿಯ ಎಂಬ ಇಂಗಾಲ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಸಂಶೋಧನಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದುದು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸಾವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ಕೇವಲ ಜೈವಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಿತು. ಆ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸೃಷ್ಟಣೆಗೆ ಒಂದು ಜೈವಿಕಶಕ್ತಿ ಬೇಕೇಬೇಕು ಎಂದು ದೃಢವಾಗಿ ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ವ್ಹೋಲರ್‌ನು ಪೂರ್ಣ ನಿರವಯವ ಸಂಯುಕ್ತವಾದ ಅಮೋನಿಯಮ್ ಸಯನೇಟನ್ನು (NH_4CNO, ಸಾರಜನಕ, ಜಲಜನಕ, ಇಂಗಾಲ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸಂಯುಕ್ತ) ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಯೂರಿಯ, $CO(NH_2)_2$, ಎಂಬ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುದಾಗಿ ಕಂಡು ಹಿಡಿದನು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಯೂರಿಯವು ಕೇವಲ ಸಸ್ತನಿಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವುದೆಂದು ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಂಬಿದ್ದರು. ಈ ನೂತನ ಸಂಶೋಧನಾ ವರದಿಯಿಂದ ಕೇವಲ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯವರ್ಗದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಾದ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಸಂಶೋಧನಾಲಯ ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕೃತಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಬಹುದೆಂಬ ತತ್ವದ ಅರಿವಾಯಿತು. ಪರಿಣಾಮ ವಾಗಿ ಇಂಗಾಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸೃಷ್ಟಣೆ ಭರದಿಂದ ಸಾಗಿತು. ಇಂದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಬಹು ಪರಿಚಿತವೂ ಉಪಯುಕ್ತವೂ ಆಗಿರುವ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್, ಟೆರಿಲೀನ್, ನೈಲಾನ್, ಡೆಕರಾನ್ ಮುಂತಾದ ವಿವಿಧ ಕೃತಕದಾರಗಳು, ಔಷಧಿಗಳು ಇವೆಲ್ಲಗಳ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಮೂಲ ವ್ಹೋಲರ್‌ನ ಪ್ರಥಮ ಯೂರಿಯಾ ಸೃಷ್ಟಣೆ ಎನ್ನಬಹುದು.

ಅಮೋನಿಯಂ ಸಯನೇಟ್–ಯೂರಿಯಾ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ನಾವು ರಸಾ ಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಮುಖ ಶಾಖೆಗಳಾದ ನಿರವಯವ, ಭೌತ ಮತ್ತು ಸಾವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಅಂತರಸಂಬಂಧವನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಅಮೋನಿಯಂ ಸಯನೇಟ್ ನಿರವಯವ ಸಂಯುಕ್ತವಾದರೆ ಅದರ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಅನುಕೂಲಕರ ವಾದ ಉಷ್ಣತೆ ಒತ್ತಡ ಮುಂತಾದ ನಿಯಮಗಳಾವುವು ಎಂಬುದರ ಅಧ್ಯಯನವೇ ಭೌತರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಪರಿವರ್ತಿತವಾದ ಯೂರಿಯ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತ.

$$\text{ಅಮೋನಿಯಂ ಸಯನೇಟ್} \xrightarrow[\text{ಒತ್ತಡ}]{\text{ತಾಪ}} \text{ಯೂರಿಯ}$$

$NH_4 [N=C=O]$	$\xrightarrow[\text{ಒತ್ತಡ}]{\text{ತಾಪ}}$	$O=C<^{NH_2}_{NH_2}$
ನಿರವಯವ	ಭೌತ	ಇಂಗಾಲಸಂಯುಕ್ತ
Inorganic	Physical	Organic

ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕ್ರಮೇಣ ಅಗಾಧವಾಗಿಹೋಗಿ ಯಾರೂ ಎಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಲು ಅಸಮರ್ಥರಾಗುವುದರಿಂದ ಕೇವಲ ಅಧ್ಯಯನದ ಅನುಕೂಲಕ್ಕಾಗಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ವಿವಿಧ ಶಾಖೆಗಳಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಬೇಕೇ ಹೊರತು, ನಿಜವಾದ ಜ್ಞಾನಾರ್ಜನೆ ಯಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ, ಅಷ್ಟೇ ಏಕೆ, ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಭಜನೆ ಕೂಡ ಕೇವಲ ಕೃತಕ. ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಅನೇಕ ಪ್ರಮುಖ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದೇ ಆಗಲಿ, ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗಲಿ, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಾಗಲಿ, ಎಲ್ಲ ವಿಭಾಗದ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು, ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರುಗಳು, ಮುಂತಾದವರೆಲ್ಲರ ಸಹಕಾರಿ ಸಾಮೂಹಿಕ ಪಾತ್ರವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತದೆ.

ಈ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ವಿಷಯಸಂಗ್ರಹಣೆ ಬೆಳೆದಂತೆಲ್ಲಾ, ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಾಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದೇ ಒಂದು ಮಹಾಸಾಧನೆಯಾಗತೊಡಗಿತು. ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ನೀರಸವಾದ ಮತ್ತು ಅಗಾಧ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಷಯಸಂಗ್ರಹಣೆ ಆಗಿಯೂ ಫಲಪ್ರದವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಎಡೆಯಿಲ್ಲದ ಕ್ಷೇತ್ರವಾಗಿಯೂ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾರಂಭಿಸಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಅದರ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಸ್ಥಬ್ದತೆಯುಂಟಾಯಿತು. ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಯೌವನದಲ್ಲಿಯೂ ಬಹು ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ದುಡಿದು, ಮಾನವಕುಲಕ್ಕೆ ಲೋಹ ಅಲೋಹಗಳಾದಿಯಾಗಿ ಅನೇಕಾನೇಕ ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ದೊರಕಿಸಿಕೊಟ್ಟ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ, ತನ್ನ ಕರ್ತವ್ಯವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಜಯಪ್ರದವಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿ ಮುಪ್ಪನ್ನಪ್ಪಿದಂತೆ ಕೇವಲ ಜೀವನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ತೊಡಗುವ ಒಂದು ಸನ್ನಿವೇಶ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತು.

ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಕೆಲ ನೂತನ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ತತ್ವಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು, ರಾಜಕೀಯ ಮತ್ತು ಸಾಮಾಜಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು, ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ಬಹು ಉತ್ತೇಜಕವಾದವು. ಇದೇ ಕಾರಣಗಳು ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುನಶ್ಚೇತನಕ್ಕೂ ಪ್ರೇರಕವಾದುವು.

ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಮತ್ತು ಕ್ರೋಢೀಕೃತ

ಅಧ್ಯಯನಸಮಸ್ಯೆ ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಆಗಲೇ ಎಳೆದಿದ್ದಿತು. ಆ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಪರಿಹಾರವೆಂತಲೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವಿಂಗಡಣೆಯನ್ನು ಅನೇಕರು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯಾರೀತಿ, ನಿಯಮ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿ ಇವುಗಳ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಅನೇಕ ಹೋಲಿಕೆಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಪರಮಾಣುತೂಕದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಿದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಯತಕಾಲಿಕತೆ ಇದೆ, ಅಂದರೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯಾದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತೆ ಅದೇ ರೀತಿಯ ಮೂಲವಸ್ತು ಬರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಪರಮಾಣುತೂಕ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ಬರೆಯುತ್ತಾಹೋದರೆ ಏಳು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಾದ ಮೇಲೆ ಮತ್ತೆ ಸೋಡಿಯಂನಂತಹದೇ ಲೋಹವಾದ ಪೊಟಾಸಿಯಂನ ಪುನರಾವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಕಂಡುಬರುವುದು. ಸಂಗೀತದ ಸಪ್ತಸ್ವರಗಳಾದ ಸ ರಿ ಗ ಮ ಪ ದ ನಿ ಆದಮೇಲೆ ಮತ್ತೆ ಸ ಬರುವಂತೆ ಕಾಣುವ ಈ ಮಾದರಿಯ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ನ್ಯೂಲೆಂಡ್ ಎಂಬಾತ ಮೊದಲು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದಾಗ ನಗೆಪಾಟಲಿಗೀಡಾದನಾದರೂ ಕ್ರಮೇಣ ಆ ಜೋಡಣೆಯ ಹಿಂದೆ ಅಡಗಿರುವ ತತ್ವ ಮುಂದೆ ಮಾನ್ಯತೆ ಪಡೆಯಿತು.

ಈ ಸಾಧನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷಪಾತ್ರವಹಿಸಿದಾತ ರಷ್ಯನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಮೆಂಡಲೀಫ್. ೧೮೬೯ರಲ್ಲಿ ಈತನು ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಅನ್ವಯಿಸುವಂತೆ ಒಂದು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ನಿಯತಕಾಲಿಕತೆ ಇದೆ, ಅದರಂತೆ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವಿಂಗಡಣೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಾರಿದನು. ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲೇ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಹೊಂದಿರುವ ತತ್ವ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯ ನಿದರ್ಶನವಿಲ್ಲವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಅನೇಕವಾದರೂ ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಅವಲೋಕಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಕೆಲವೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಎಷ್ಟೋ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತರಹದ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ವೇದ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಲೋಹಗಳೆಲ್ಲವೂ, ತಾಮ್ರ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಚಿನ್ನ, ಅಲ್ಯೂಮಿನಂ ಯಾವುದೇ ಆಗಲಿ, ಅವುಗಳು ಹೊಳಪು, ವಿದ್ಯುತ್‌ವಾಹಕತೆ, ಶಾಖವಾಹಕತೆ, ತಟ್ಟಿದರೆ ತೆಳ್ಳಗಾಗುವುದು, ಮುಂತಾದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಚಿನ್ನ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಮಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಚಿನ್ನದ ಹೊಳಪು ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕಿಲ್ಲ, ತಾಮ್ರದ ವಿದ್ಯುತ್‌ವಾಹಕತೆ ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರ ಚಿನ್ನಗಳಿಗಿರುವ ಶಾಶ್ವತೆ ಕಬ್ಬಿಣಕ್ಕಾಗಲೀ, ಸೋಡಿಯಂ ಲೋಹಕ್ಕಾಗಲಿ ಇಲ್ಲ. ಕಬ್ಬಿಣ, ನಿಕ್ಕಲ್ ಒಂದು ತರಹದ ಲೋಹಗಳಾದರೆ, ಸೋಡಿಯಂ, ರುಬಿಡಿಯಂ ಮುಂತಾದವು ಮತ್ತೊಂದು

ತರಹದ ಲೋಹಗಳು. ಹಾಗೆಯೇ ಕ್ಲೋರೀನ್, ಅಯೊಡೀನ್‌ಗಳು ಒಂದೇ ತರಹದ ಅಲೋಹಗಳು.

ಇಷ್ಟಾದರೂ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾದ ಜಲಜನಕದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ ಪರಮಾಣು ತೂಕ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಾಹೋದರೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನಿಯತಕಾಲಿಕತೆಯ ನಂತರ ೨, ೮, ೮, ೧೮, ೧೮, ೩೨, ೩೨, ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ನಂತರ ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನಂತಹ ಮತ್ತೊಂದು ಮೂಲವಸ್ತುವು ಮರುಕಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾದ ಜೋಡಣೆಯೇ ಮೆಂಡಲೀಫನ ಮೂಲವಸ್ತು ವಿಂಗಡಣಾ ಪಟ್ಟಿ. ಅದರಲ್ಲಿ ೭ ಸಾಲುಗಳೂ ೮ ಗುಂಪುಗಳೂ ಇವೆ. ಪ್ರತಿ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಲಕ್ಷಣದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕ್ರಮೇಣ ಲಕ್ಷಣಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಕ್ರಮಬದ್ಧ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂಬುದರ ಅರಿವಾಯಿತು. ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಕ್ರೋಢೀಕೃತ ಅಧ್ಯಯನ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಹೋಲಿಕೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಕೆರಳಿತು. ಮೆಂಡಲೀಫನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಆತನ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ವಿಂಗಡಣೆಯ ನಿಯಮಪಾಲನೆಯಿಂದಾಗಿ ಕೆಲವೇಳೆ ಖಾಲಿ ಬಿದ್ದ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಹೊಂದುವ ಹೊಸ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಆರಂಭವಾಯಿತು. ಕೆಲ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುತೂಕದ ಪರಿಷ್ಕರಣ ಕಾರ್ಯವೂ ಅವಶ್ಯವಾಯಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಸಂಶೋಧನಾ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಸ್ವಲ್ಪ ರಸವತ್ತಾಯಿತು. ಮೆಂಡಲೀಫನ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನಿಯತಕಾಲಿಕ ವಿಂಗಡಣಾ ಪಟ್ಟಿಯ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಣಾಮವೆಂದರೆ, ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ಕೇವಲ ವಸ್ತು ವಿಷಯಮಾಹಿತಿ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯಲ್ಲ, ಅದರಲ್ಲೂ ಒಂದು ಕ್ರಮವಿದೆ ಎಂಬುದು. ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಂಸಾರ ಸಂಬಂಧಿಗಳಂತೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡದ್ದೇ ಆದರೆ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಾಧ್ಯಯನವು ಸುಲಲಿತವಾಗುವುದು.

ಇಷ್ಟಾದರೂ ಮೆಂಡಲೀಫನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ ನಿಯತಕಾಲಿಕತೆಯ ತತ್ವ, ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಗುಂಪಿನ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಇವೆಲ್ಲಾ ಕೇವಲ ವಿಷಯಗಳಾಗಿ ಉಳಿದವೇ ಹೊರತು ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳೇನು ಎಂಬುದು ಮಾತ್ರ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿಯೇ ಉಳಿಯಿತು. ಸಮಸ್ಯಾಪರಿಹಾರ ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ೨೦ನೇ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅತಿ ಮಹತ್ವದ ವಿಷಯಪ್ರತಿಪಾದನೆ ನಡೆಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ನಂಬಿದ್ದ ಡಾಲ್ಟನ್‌ನ ಪರಮಾಣುವಾದದ ಒಂದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವಾದ 'ಪರಮಾಣು ಅಭೇದ್ಯ' ಎನ್ನುವುದು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ತಿರಸ್ಕೃತವಾಯಿತು. ಪ್ರತಿ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ

ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯಿದೆ. ಪರಮಾಣುವು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾಗಿದೆ. ಆ ರಚನೆಯಲ್ಲಿನ ಸಾಮ್ಯಗಳು ಅಥವಾ ಸ್ಥೂಲ ಹೋಲಿಕೆಗಳೇ ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಹೋಲಿಕೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ಮತ್ತು ರಚನೆಯಲ್ಲಿನ ಮೂಲಭೂತ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೇ ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಗೂ ಕಾರಣ ಎಂಬುದು ತಿಳಿಯಬಂದಿತು. ಪರಮಾಣು ಕಣಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮುಖ್ಯವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನಲ್ಲಿ "ಕಣ ಮತ್ತು ತರಂಗ" ದ್ವಂದ್ವಲಕ್ಷಣಗಳ ಸಮನ್ವಯವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಡಿಬ್ರಾಗ್ಲಿ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಸಾರಿದನು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಹೊರ ವಲಯದಲ್ಲಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ತರಂಗಗಳೇ ರಸಾಯನಕ್ರಿಯೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಾಗಿ ತಿಳಿಯಲಾಯಿತು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೋಡಿಯಂ, ಪೊಟಾಸಿಯಂ, ರುಬಿಡಿಯಂ, ಸೀಸಿಯಂ ಎಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಗುಂಪಿನ ಲೋಹಗಳೂ ಒಂದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಹೊಂದಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹೊರವಲಯದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಇರುವುದಾಗಿ ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಲಿಥಿಯಂನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೩, ಅಂದರೆ ಅದರ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ೩ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳು ಧನ ಕೇಂದ್ರ ಬಿಂದುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಕೆಲ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ೨, ೧ ಹೀಗೆ ಜೋಡಣೆಯಾಗಿ ತಿರುಗುತ್ತಲಿರುತ್ತವೆ. ಸೋಡಿಯಂನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೧೧, ರಚನೆ; ೨, ೮, ೧. ಪೊಟಾಸಿಯಂನ ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ ೧೯; ರಚನೆ ೨, ೮, ೮, ೧. ಹೀಗಾಗಿ ಮೆಂಡಲೀಫನ ನಿಯತಕಾಲಿಕತೆ ಏಕೆ ೨, ೮, ೮, ಎಂಬುದೂ ಈ ರಚನಾಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಗೋಚರವಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಮೂಲವಸ್ತುವಿನ ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣ, ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಅದರ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆಯೊಂದಿಗೆ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಮೆಂಡಲೀಫನ ಮೂಲವಸ್ತು ವಿಂಗಡಣಾ ಪಟ್ಟಿಯು ಮಾರ್ಪಾಟುಹೊಂದಿ ಪರಮಾಣು ರಚನೆಯ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಿರ್ಮಿತವಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ವಿಂಗಡಣೆಯು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಅರ್ಥಗರ್ಭಿತವಾಗಿ ಮತ್ತು ಹೆಚ್ಚು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ, ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣ ಅಥವಾ ವಿಂಗಡಣಾ ಪಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ತತ್ವದ ಆಧಾರ ದೊರಕಿತು. ನಿರವಯವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ವಿವಿಧ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಪಟ್ಟಿ ಮಾಡಿಡುವ ಹವ್ಯಾಸ ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತು. ಬದಲಾಗಿ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಏಕೆ ಮತ್ತು ಹೇಗೆ ನಡೆಯುತ್ತವೆ? ಇದರಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣಚಲನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಾತ್ರ ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತತೆ ಎಷ್ಟು? ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ರೂಪ ಮತ್ತು ದಾರಿಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆ? ಮೂಲ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ

ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿಗೂ ಸೂಕ್ತ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ಬೇಕಾದಂಥ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಢಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆ? ಎಂಬ ಸಂಶೋಧನಾಪ್ರವೃತ್ತಿ ಬೆಳೆಯಲಾರಂಭವಾಯಿತು. ಇದೇ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುನರುತ್ಥಾನಕ್ಕೆ ನಾಂದಿಯಾಯಿತು. ಆಧುನಿಕ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳೂ ವಿಶೇಷ ಗಮನ ಕೊಡಬೇಕಾದ ಅಂಶವಿದಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಭೂತರಾಗಿ ದುಡಿದ ಕೆಲ ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೆಂದರೆ ರದರ್‌ಫೋರ್ಡ್, ನೀಲ್ಸ್‌ಬ್ಹೋರ್, ಡಿರಾಕ್, ಡಿಬ್ರಾಗ್ಲಿ, ಹೈಸನ್‌ಬರ್ಗ್, ಶ್ರೋಡಿಂಗರ್, ಲೀನಸ್ ಪೌಲಿಂಗ್ ಮುಂತಾದವರು.

೧೯೬೨ ರ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನೂತನ ಸಂಶೋಧನೆ ವರದಿಯಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯೇ ಇಲ್ಲದ ಜಡ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೆಂದು ನಂಬಿದ್ದ ಹೀಲಿಯಂ ಗುಂಪಿನ ಜಡ ಅನಿಲಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ಕ್ಸೀನಾನ್ ಅನಿಲವು ಜಡವಲ್ಲ, ರಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಗ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿದೆ ಎಂಬುದೇ ಅದು. ಈ ವರದಿಯು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಸಂಯೋಗಶಕ್ತಿಯ ತತ್ವಪ್ರತಿಪಾದನೆಯ ಮೇಲೆ ತನ್ನ ಪರಿಣಾಮವನ್ನಾಗಲೇ ಬೀರಲಾರಂಭಿಸಿದೆ.

ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುನಶ್ಚೇತನಕ್ಕೆ ಕಾರಣಭೂತವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಮುಖ ಘಟನೆಯೆಂದರೆ, ಅಣು ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆ, ಆಕಾರ, ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯಾರೀತಿ, ವೇಗ, ಪ್ರಮಾಣ ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಿರ್ಣಯಿಸಬಲ್ಲ ಮತ್ತು ಅಳೆಯಬಲ್ಲ ಬಹು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರೀತಿಯ ಯಂತ್ರ ತಂತ್ರಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವೇ ಕೆಲವನ್ನು ಉದಹರಿಸುವುದಾದರೆ, ಕ್ಷ ಕಿರಣ, ನ್ಯುಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವಕ್ರವಿಯೋಜನ (X–ರೇ, ನ್ಯುಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಡಿಫ್ರಾಕ್ಷನ್), ರಾಮನ್, ರಕ್ತವರ್ಣಾತೀತ, ನೀಲಲೋಹಿತಾತೀತ ಮತ್ತೂ ಇತರ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ವರ್ಣಪಟಲ ದರ್ಶಕದ ಪ್ರಯೋಗ ವಿಜ್ಞಾನ (ರಾಮನ್, ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಮತ್ತು ಅಲ್ಟ್ರವಯೊಲೆಟ್ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರಾಸ್ಕೋಪಿ) ಅಯಸ್ಕಾಂತೀಯ ಗುಣಮಾಪನೆ ಇತ್ಯಾದಿ. ಆಧುನಿಕ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಸಂಶೋಧಕನಿಗೆ ಈ ಎಲ್ಲ ನೂತನ ಉಪಕರಣಗಳ ಪರಿಚಯ, ಪ್ರಯೋಗ ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಅವುಗಳು ಬಹುವಾಗಿ ಬಹಳ ದುಬಾರಿ ಬೆಲೆಯವು. ಕೆಲವಂತೂ ಭಾರತದೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂದು ತಯಾರಾಗುತ್ತಲೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ರಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಉಪಕರಣಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಾಭಿವೃದ್ಧಿ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗಿಂತ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು, ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು, ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಇವರೆಲ್ಲರ ಸಹಕಾರೀಪಾತ್ರ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲರ್ಹವಾದುದು.

ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ವಸ್ತುಗಳು ಬಹುತೇಕ ಘನವಸ್ತುಗಳು. ಅವುಗಳ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ರಚನೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲವೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೀತಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರವುಳ್ಳವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಉಪ್ಪು, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ, ವಜ್ರ, ಸತುವಿನ ಸಲ್ಫೈಡ್, ಮರಳು ಮತ್ತು ಬೆಣಚುಕಲ್ಲು. ವಜ್ರದ ಸಾಂದ್ರತೆ, ಗಡುಸುತನ, ಭಿದುರತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿ, ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಅದರ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಆಕಾರದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಘನವಸ್ತುಗಳ ಆಕಾರ ರಚನಾ ಸಮೀಕ್ಷೆ ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳ ಪರಿಚಯಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲಕಾರಿಯಾದುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಘನವಸ್ತುಗಳ ಆಕಾರ ರಚನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತೀವ್ರ ಗತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದಿವೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಆಧುನಿಕ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಇತ್ತೀಚಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಗಮನಸೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಅಂಶವೆಂದರೆ ಮೂಲಭೂತವಾಗಿ ವಸ್ತುವಿನ ರಸಾಯನಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಗ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅದರ ಆಂತರಿಕ ರಚನೆ, ಆಕಾರಗಳೊಡನೆ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸುವುದು. ಸುಮ್ಮನೆ ಕಂಡುಬಂದ ವಿಷಯಗಳೆಂದು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿದ್ದ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಗೆಲ್ಲ ಈಗ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಿವರಣೆ ದೊರಕಲಾರಂಭವಾಗಿದೆ.

ಈ ಲೇಖನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ಹೇಗೆ ಮಾನವನ ನಿತ್ಯಜೀವನಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಅನೇಕಾನೇಕ ಲೋಹಗಳನ್ನೂ, ಅಲೋಹಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕೃತಿ ಮೂಲದಿಂದ ಕೈಗಾರಿಕಾ ರಂಗಕ್ಕೆ ದೊರಕಿಸಿಕೊಡುವುದರಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪಾತ್ರ ನಿರ್ವಹಿಸಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೂಲಭೂತವಾದ ಮತ್ತು ಆಳವಾದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅಧ್ಯಯನ, ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಪ್ರಕೃತಿ ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನ ನಿಜವಾದ ಪರಿಚಯ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಹತೋಟಿ ಸಾಧ್ಯ. ಮಾನವನು ಪ್ರಕೃತಿಸಂಪತ್ತನ್ನು ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದಲೂ ತನ್ನ ಜೀವನ ರೀತಿ ಮತ್ತು ಮಟ್ಟವನ್ನು ಉತ್ತಮಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲೋಸುಗ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಲೇ ಬಂದಿದ್ದಾನೆ. ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಮಾಣ ಮಿತಿಮೀರುವಂತೆ ಕಂಡಾಗಲೂ ಆ ಸವಾಲನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಗೀಕರಿಸಿ, ಜನರಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ನಿತ್ಯೋಪಯೋಗಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ, ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನೂ, ಆಹಾರ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನೂ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳು ಪೂರೈಸುತ್ತಲಿವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆಗಳೂ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿವೆ. ನಿರವಯು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವು ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಜನಸಾಮಾನ್ಯನಿಗೆ ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗಕಾರಿಯಾಗಿದೆ, ಇನ್ನೂ ಹೇಗೆ ಮತ್ತಷ್ಟು ಉಪಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುವನ್ನು ನೋಡೋಣ.

ಶಿಲಾಯುಗ, ಲೋಹಯುಗ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯುಗ ಮುಂತಾಗಿ ನಾಗರೀಕತೆಯ

ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳನ್ನು ಕರೆಯುವ ವಾಡಿಕೆಯಂತೆ, ಪ್ರಸ್ತುತ ಯುಗವನ್ನು ಅಣುಶಕ್ತಿ ಯುಗ ಮತ್ತು ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಯುಗ ಎಂದು ಕರೆದಿರುವುದು ಸಮಂಜಸವಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಮೊದಲು ೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ವಿಧ್ವಂಸ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ, ಕಳೆದ ಪ್ರಪಂಚ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕನರು ಜಪಾನಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರಾದರೂ ಬಹುಬೇಗ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಹತೋಟಿ ಪಡೆದು ಅದನ್ನು ಶಾಂತಿಯುತ ಬಳಕೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಶೃತಪಡಿಸಿದರು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಮಾನವಕೋಟಿಗೆ ಚಿರಕಾಲ ಶಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ ಭರವಸೆ ದೊರಕಿದಂತಾಯಿತು. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಎಣ್ಣೆ, ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಇಂಧನಗಳು ತೀವ್ರವಾಗಿ ಮುಗಿಯುತ್ತಿರುವಾಗ ಈ ಭರವಸೆಯ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇದ್ದಿತು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕಾರ್ಯ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ನೆರವು ಆವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಆ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುನಶ್ಚೇತನಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾಗಾರದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಹೊಸ ಕೊಡುಗೆಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನೇ ಮಾಡಬಹುದು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಮೂಲ ಇಂಧನಗಳಾದ ಯುರೇನಿಯಂ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ ಮತ್ತು ಥೋರಿಯಂ ಲೋಹಗಳು ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು ಶುದ್ಧವಾಗಿ ಲೋಹ ಅಥವಾ ಸಂಯುಕ್ತ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿ ಮೂಲದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವ ಅಥವಾ ಕೃತಕವಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸುವ (ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ) ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರವು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರದು. ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದಿಂದ ಯಥೇಚ್ಛವಾಗಿ ಶಾಖೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದರಿಂದ ಆ ತಾಪವನ್ನು ಸಹಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ದಾರ್ಷ್ಟ್ಯ ಲೋಹಗಳು ಬೇಕು. ಕಬ್ಬಿಣ, ಉಕ್ಕು, ಮುಂತಾದವು ಕೇವಲ ೨೦೦೦°Cನೊಳಗೇ ಮೆತ್ತಗಾಗುತ್ತವೆ ಅಥವಾ ಕರಗುತ್ತವೆ. ಜೊತೆಗೆ ಅಂತಹ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಹಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ರಸಾಯನಕ್ರಿಯೆಗೊಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವ ಲೋಹಗಳು ಉಷ್ಣನಿರೋಧಕ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ನಿರೋಧಕಗಳಾಗಿರುವುದರ ಜೊತೆಗೆ ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನೂ ಎದುರಿಸುವ ಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿರಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ವಿದಳನ ಕಾರ್ಯವು ತಟಸ್ಥವಾಗದೆ ಸರಾಗವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ಅವು ವಿದಳನ ಜನಿತ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರದೆಯೂ ಇರಬೇಕು. ವಿದಳನ ಕ್ರಿಯೆಯು ಹತೋಟಿ ಮೀರದಂತೆ ನೋಡಲು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳನ್ನು ಹೀರಬಲ್ಲ ಬೇರೆ ಲೋಹಗಳೂ ಬೇಕು. ಹೀಗಾಗಿ ಸುಪರಿಚಿತ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಹಗಳಲ್ಲದೆ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಇನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಪರಿಚಿತವಾಗದಿರುವ ವಿಶೇಷ ಲೋಹಗಳ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಬೇಟೆಯೇ ಆರಂಭವಾಯಿತು. ಖರ್ಚು ಎಷ್ಟೇ ಆದರೂ ಸಹಿಸಬಲ್ಲ ಈ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ವಿಶೇಷ ಲೋಹಗಳನ್ನೂ ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಅನುಪಯುಕ್ತ ಅಥವಾ ಬೇರ್ಪಡಿ

ಸಲು ದುಸ್ಸಾಧ್ಯ ಅಥವಾ ಬಹು ದುಬಾರಿ ಬೆಲೆಯವು ಎಂದು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದ ಅನೇಕಾನೇಕ ಲೋಹಗಳು ಒಮ್ಮೆಗೇ ನೂತನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಆಶ್ಚರ್ಯ ಕರ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸರ್ವೇ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸುಪರಿಚಿತ ಲೋಹಗಳಾದುವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಖಂಡಾಂತರ ಯಾನಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಜೆಟ್ ವಿಮಾನಗಳು ಮತ್ತು ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಬಾಂಬರ್ ವಿಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ವೇಗದ ಚಲನೆಯಿಂದ ಅವುಗಳ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಾಖೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದು. ಅದನ್ನು ಸಹಿಸಬಲ್ಲ ಮತ್ತು ಹಗುರವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಲೋಹವೆಂದರೆ ಟೈಟಾನಿಯಂ. ಇದು ಕೇವಲ ೧೯೪೦ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಪರಿಚಿತ ವಾದ ಲೋಹವಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ವಪರ್ಯಟನೆಯಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘಕಾಲ ತಳೆಯುವ ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿ ಚಲಿತ ಜಲಾಂತರ್ಗಾಮಿ ನೌಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಜಿರ್ಕೋನಿಯಂ ಲೋಹವು ಉಪ ಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಾ ಸಲಕರಣೆಗಳು ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ರಸಾಯನಿಕ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಉಷ್ಣಸಹಿಷ್ಣುತೆ, ವಿದ್ಯುತ್ ವಾಹಕತೆ, ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದಿರುವಿಕೆ, ಬಹು ತೆಳ್ಳಗೆ ತಂತಿ ಅಥವಾ ತಗಡಿನ ರೂಪಗೊಳ್ಳುವ ಗುಣ, ಇವೆಲ್ಲ ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಟ್ಯಾಂಟಲಮ್, ಜಿರ್‌ಕೋನಿಯಂ, ರೀನಿಯಂ, ಪ್ಲಾಟಿನಂ ಇವೆಲ್ಲಾ ಇಂತಹ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗೆ ಶ್ರೇಷ್ಠ. ಪರಮಾಣು ವಿದಳನದಲ್ಲಿ ಜನಿಸುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿ ಇಡಬಲ್ಲ ಲಕ್ಷಣ ಹ್ಯಾಫ್ನಿಯಂ ಲೋಹಕ್ಕಿದೆ. ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್‌ಗಳ ವೇಗವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಲು ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಇದ್ದಿಲು, ಭಾರವಾದ ನೀರು ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳು. ಉತ್ಪಾದಿತ ಶಾಖವಿನಿ ಮಯಕ್ಕೆ ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಲೋಹಗಳಾದ ಸೋಡಿಯಂ, ಗ್ಯಾಲಿಯಂಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಯಾನಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಮೂಲವಾಗಿ ಕೆಲವಿಶೇಷ ಇಂಧನಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. ಇದರ ಪೂರೈಕೆಯು ದ್ರವ ಆಮ್ಲಜನಕ, ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಪರಾಕ್ಸೈಡ್, ಹೈಡ್ರಜೀನ್, ಬೋರಾನ್ ಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೇ ಆದಿಯಾಗಿ ಕೆಲ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನಿಕಗಳಿಂದಾಗಿದೆ. ಆಧುನಿಕ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಯುಗದ ಸಂಕೇತಗಳಾದ 'ಟ್ರಾನ್ಸಿಸ್‌ಟರ್ಸ್' ಇವೇ ಮುಂತಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲೂ, ತೀಕ್ಷ್ಣ ವಾತಾವಾರಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಮಾಪಕ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲೂ ವಿಶೇಷ ಲೋಹಗಳು ಮಹತ್ತರ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಇಂಗಾಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಪಾಲಿಮರ್‌ಗಳಾದ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳು, ರಬ್ಬರ್‌ಗಳು, ಜಲನಿರೋಧಕ ಎಣ್ಣೆ ಬಣ್ಣಗಳನೇಕವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೇವಲ ೨೫೦° ಸೆಂಟಿಗ್ರೇಡ್ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಕರಗಿ ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಹಾಗಾಗಿ ಇನ್ನೂ ತೀಕ್ಷ್ಣ ತಾಪದಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರ ನಿರ್ವಹಿಸ ಬಲ್ಲ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕದೊಡನೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಹೊಂದದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಬಹುವಾಗಿದೆ. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿರವಯುವ ರಸಾಯನ

ಶಾಸ್ತ್ರವು ಸಾವಯವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಜೊತೆಗೆ ಭುಜಕ್ಕೆ ಭುಜ ಕೊಟ್ಟು ನಿಂತು ಸಿಲಿಕೋನ್ಸ್, ಟೆಫ್ಲಾನ್, ಫ್ರೀಯಾನ್ಸ್ ಮುಂತಾದ ದಾರ್ಢ್ಯ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ದೊರಕಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಧುನಿಕ ಕೈಗಾರಿಕೆ ಯುಗದ ಅನೇಕ ನೂತನ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಪರಿಹಾರದಲ್ಲಿ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವೂ ತನ್ನ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ನಿರ್ವಹಿಸಿದೆ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ, ನಿರವಯವ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ನೀರನ್ನು ಲೀನಕಾರಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವುದು ಅನೂಚಾನವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದ ಪದ್ಧತಿ. ಆದರೆ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಮಾಧ್ಯಮವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ನೀರೇ ಕೆಲ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮೂಲಕ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಬದಲು ಇತರ ಲೀನಕಾರಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಒಂದು ನೂತನ ಸಂಪ್ರದಾಯವಾಗುತ್ತಲಿದೆ. ದ್ರವ ಅಮೋನಿಯ, ಹೈಡ್ರೊಜನ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್‌ಗಳು ಈ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವುಗಳಾಗಿವೆ.

ಬಹುಕಾಲದವರೆಗೆ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಾತ್ರವಿರಬಹುದೆಂದು ನಂಬಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಅಂಶವಿರುವುದು, ಹಸಿರು ಎಲೆಗಳ ಕ್ಲೊರೋಫಿಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ ಲೋಹಾಂಶವಿರುವುದು, ಹಾಗೆಯೇ ಮಾನವಶರೀರದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲ ರಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳಲ್ಲಿ (ಎನ್‌ಜೈಮ್ಸ್) ಮತ್ತು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಾದ ವಿಟಮಿನ್ಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಬಾಲ್ಟ್ ಮತ್ತು ತಾಮ್ರ ಲೋಹಾಂಶಗಳಿರುವುದು ಈಗ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯವೇ ಆಗಿದೆ. ಜೀವರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಲೋಹಗಳ ಪಾತ್ರವೇನು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಪರಿಶೋಧನೆಗೆ ಅರ್ಹವಾದ ವಿಷಯವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವೆಂದು ಅನ್ವರ್ಥನಾಮ ಪಡೆದ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಶಾಖೆಯು ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವುದೆಂಬ ವಿಷಯ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡಬೇಕಾದುದೇನಲ್ಲ.

ಕಳೆದ ಕಾಲುಶತಮಾನದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಿರವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ, ಅದಕ್ಕೇ ಮೀಸಲಾದ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಜ್ಞಾನ ಮಾಸಪತ್ರಿಕೆಗಳೂ, ವಾರ್ಷಿಕ ವರದಿಯ ರೂಪದ ಪ್ರಕಟನೆಗಳೂ ಸಹಸ್ರಾರು ಸಂಶೋಧನಾ ವರದಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸುತ್ತಲಿವೆ. ಪುನಶ್ಚೇತನ ಪಡೆದು ಪ್ರಗತಿಯತ್ತ ಸಾಗುತ್ತಲಿರುವ ಈ ಒಂದು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಚೀನ ಪ್ರಮುಖ ವಿಭಾಗವು ಇಂದು ಮಾನವಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಎಂದಿನಂತೆಯೇ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾಣಿಕೆಯ ಭರವಸೆಯನ್ನು ತೋರಲಿದೆ.

ಡಾ|| ಎಂ. ಷಡಾಕ್ಷರಸ್ವಾಮಿ

ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ

ವಿಜ್ಞಾನವು ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪ್ರಕೃತಿಯು ಎಷ್ಟು ಜಟಿಲವಾದುದೆಂದರೆ ಯಾವ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯೂ ಅದನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಅಧ್ಯಯನವು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅನೇಕ ಶಾಖೆಗಳಾಗಿ ಒಡೆದಿದೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ಎಲ್ಲ ಮುಖಗಳ ಪರಿಚಯವೂ ಆಗಬೇಕಾದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಭಾಗಗಳ ಅಧ್ಯಯನಫಲವನ್ನೂ ಸಾಧನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟಾಗಿ ನೋಡ ಬೇಕು. ಅಂಥ ಅಧ್ಯಯನದ ಫಲವಾಗಿ 'ಜೀವ'ದಂಥ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಬಹು ಜಟಿಲವಾದ ಅಂಶಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

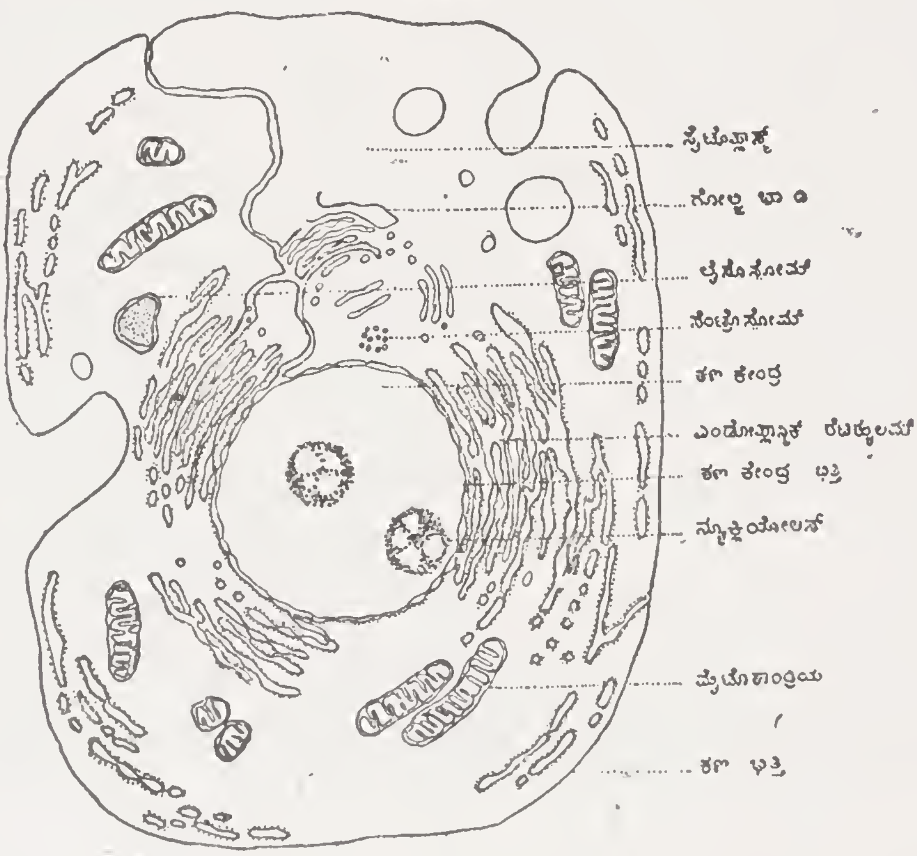
ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವ್ಯಾಸಂಗವು ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಅಂಗ. ಅದನ್ನು ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Biochemistry) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಶಾಖೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ನಿಧಾನವಾಗಿಯೇ ಸಾಗಿದೆಯೆನ್ನಬೇಕು. ಜೀವಿಗಳು ಜಡವಸ್ತುವಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಜಟಿಲ ರಚನೆಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಕೆಲಮಟ್ಟಿಗೆ ತಿಳಿಯು ವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ಕೆಲಸ ಇಂದಿಗೂ ಪೂರ್ಣತೆಗೆ ಬಹುದೂರ ದಲ್ಲಿಯೇ ಇದೆ. ಇದುವರೆಗೆ ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಏನು ಸಾಧನೆಯಾಗಿದೆಯೆಂಬುದರ ಒಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಪರಿಚಯಮಾಡಿಕೊಡುವುದು ಈ ಲೇಖನದ ಉದ್ದೇಶ.

ಜೀವಕಣ

ಜೀವದ ಮೂಲಾಂಶವೆಂದರೆ ಜೀವಕಣ. ಎಲ್ಲ ಜೀವಿಗಳೂ ಈ ಜೀವಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ. ಏಕಾಣುಜೀವಿ (bacteria) ಮತ್ತು ಏಕಾಣುವರ್ಗದ ಪ್ರಾಣಿ (protozoa)ಗಳಂಥ ಕೆಲವು ಜೀವಿಗಳು ಮಾತ್ರ ಒಂದೇ ಒಂದು ಜೀವಕಣ ದಿಂದ ಆಗಿವೆ. ಹೆಚ್ಚು ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ಶರೀರವುಳ್ಳ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ

ಜೀವಕಣಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಬೆಳೆದ ಮಾನವಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ೬೦×೧೦^{೧೨} ಜೀವಕಣಗಳಿವೆ. ಈ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಏಕಾಣುಜೀವಿಯ ಕಣದ ಗಾತ್ರವು ೦.೫ರಿಂದ ೫.೦ ಮೈಕ್ರಾನ್(micron)ಗಳವರೆಗಿರುತ್ತದೆ (ಮೈಕ್ರಾನ್ = ೦.೦೦೧ ಮಿಲಿಮೀಟರ್). ಮಾನವನನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡು ಬಹುಕಣಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವು ೫ರಿಂದ ೧೦೦ ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳವರೆಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಣಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದರಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ತುಂಬ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ಏಕಾಣುಜೀವಿಕಣಗಳು ವೃತ್ತಾಕಾರವಾಗಿದ್ದರೆ ಕೆಲವು ಸಸ್ಯಗಳ ಜೀವಕಣಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಆಯಾಕೃತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ, ನಮ್ಮ ನರಕಣಗಳು ಉದ್ದವಾಗಿದ್ದು ತೆಳ್ಳಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಮೀಬದಂಥ ಕೆಲವು ಜೀವಕಣಗಳಿಗೆ ಯಾವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕೃತಿಯೂ ಇರದೆ ತಮ್ಮ ಆಕಾರವನ್ನು ಸದಾ ಬದಲಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಮೂಲತಃ ಎಲ್ಲ ಜೀವಕಣಗಳೂ ಸದೃಶವಾದ ಆಕೃತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಜೀವಕಣದ ಹೊರಭಾಗವು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಭಿತ್ತಿ(membrane)ಯೊಂದರಿಂದ ಸುತ್ತಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ.



ಜೀವಕಣ

ಇದು ಘನ, ದ್ರವ ಮತ್ತು ಅನಿಲ — ಈ ಅಣುಗಳ ಆವಶ್ಯಕ ವಿನಿಮಯಕ್ಕೆ ಸಹಾಯಕವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಜೀವಕಣವು ಆಹಾರದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಒಳತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುದು, ಅನಗತ್ಯವಾದುದನು ವಿಸರ್ಜಿಸಬಲ್ಲುದು, ಜೀವಕಣಗಳ

ನಿಯಂತ್ರಣವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಹಿಗ್ಗಬಲ್ಲುದು ಮತ್ತು ಕುಗ್ಗಬಲ್ಲುದು.

ಜೀವಕಣದ ಹೊರಭಿತ್ತಿಯು ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಮ್ (endoplasmic reticulum) ಎಂಬ ಒಳಭಿತ್ತಿಯೊಂದಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ರೈಬೊಸೋಮ್(ribosome)ಗಳು ಈ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಮ್‌ಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ರೈಬೊನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ (ribonucleic acid ; RNA) ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟದ್ದು ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಉತ್ಪನ್ನ ಕೇಂದ್ರಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯ (mitochondria) ಎಂಬ ಉದ್ದವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಗಳಿವೆ. ಇವು ಜೀವಕಣದ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪನ್ನ ಕೇಂದ್ರಗಳು. ಇವು ಉಸಿರಾಟದ ಕ್ರಮದ ಮೂಲಕ, ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡು ಎಲ್ಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಿಗೂ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ.

ಜೀವಕಣದ ಎಲ್ಲ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳೂ ನಿಯಂತ್ರಣ ಕೇಂದ್ರವಾದ ಕಣಕೇಂದ್ರದಿಂದ (nucleus) ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಕಣಕೇಂದ್ರವು ತನ್ನದೇ ಕಣಭಿತ್ತಿಯಿಂದ ಆವೃತವಾಗಿದ್ದು ಆಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆಯನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಕಣಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಟಿನ್ (chromatin) ವಸ್ತುಗಳೂ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್ (nucleolus) ಎಂಬ ಒಳರಚನೆಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಕ್ರೋಮಟಿನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ಗಳೆರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ರಚನೆಗಳ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಗವೆಂದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು. ಕ್ರೋಮಟಿನ್ ವಸ್ತುವು ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೊನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದಿಂದ (deoxyribonucleic acid ; DNA) ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಜೀವಕಣದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಎಲ್ಲವೂ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಕೇಂದ್ರದ ಕ್ರೋಮಟಿನ್‌ನಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನಲ್ಲಿ ರೈಬೋನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಇರುತ್ತದೆ.

ಎಲ್ಲ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿನ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ದ್ರವ್ಯ ನೀರು (ಸುಮಾರು ೭೫%). ಜೀವಕಣದ ಉಳಿದ ಭಾಗವು ಪ್ರೋಟೀನ್ (ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥ), ಡಿ.ಎನ್.ಎ., ಆರ್.ಎನ್.ಎ., ಲಿಪಿಡ್ (ಜಿಡ್ಡಿನ ಪದಾರ್ಥ) ಮತ್ತು ಕಾರ್ಬೊಹೈಡ್ರೇಟು (ಶರ್ಕರಪಿಷ್ಟಗಳಂಥ ಪದಾರ್ಥ)—ಇವುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಜೀವಕಣಗಳ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ದೊಡ್ಡ ಅಣುಗಳಾಗಿದ್ದು ಜೀವವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

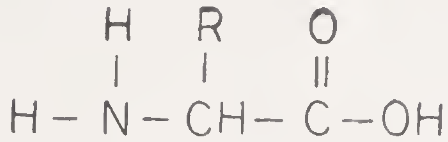
ಜೀವವೆಂಬುದು ದೇಹದೊಳಗಿನ ಪ್ರತಿ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿಯೂ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳ ಒಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮ. ಬಹುಪಾಲು ಕಣಗಳು

ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕೆಲಸವೆಂದರೆ ಆಹಾರ ಸ್ವೀಕರಣ (ingestion), ಮೈಗೂಡಿದ ಆಹಾರದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳು (metabolism), ವಿಸರ್ಜನೆ (excretion), ಉಸಿರಾಟ (respiration), ಬೆಳವಣಿಗೆ (growth), ಪುನರುತ್ಪತ್ತಿ (reproduction) ಮತ್ತು ಪ್ರಚೋದನೆಯಿಂದ ಚೇತನಗೊಳಿಸುವುದು (irritability). ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಕೆಲವು ಜೀವಕಣಗಳು ಹಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಕೆಲಸಗಳನ್ನೂ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಕೆಂಪುರಕ್ತಕಣಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲಗಳನ್ನು ವರ್ಗಾಯಿಸುವುವು; ಸಸ್ಯಕಣಗಳು ನೀರು ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಸಕ್ಕರೆ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುವು.

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿನ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಂಶ. ಅವು ಜೀವಕಣಗಳಿಗೆ ಆಕೃತಿ ಮತ್ತು ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ನೀಡುವುವಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಜೀವದ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಕಣ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಎನ್‌ಜೈಮ್(enzyme)ಗಳ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಎನ್‌ಜೈಮ್‌ಗಳೂ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು. ಜೀವಕಣದ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳೇ ಇವು. ಎನ್‌ಜೈಮ್‌ಗಳು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಬಹು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿ ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗೂ ಒಂದೊಂದು ಎನ್‌ಜೈಮ್ ಅಗತ್ಯ. ಆದ್ದರಿಂದ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲು ಅದರಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯ ಎನ್‌ಜೈಮ್‌ಗಳು ಇರಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಜೀವದ ಅಸ್ತಿತ್ವವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಎನ್‌ಜೈಮ್‌ಗಳು ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಾದುದರಿಂದ ಕಣಗಳೊಳಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ಇರಬೇಕಾದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮೇಲೆ ಜೀವದ ಇರುವಿಕೆ ನಿರ್ಧರಿತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಆಧಾರವೆಂದರೆ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಜೈವಿಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲದೆ (biosynthesis) ಬೇರೆಯಲ್ಲ.

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಎಂಬುದು ಒಂದು ಸಾವಯವ ದ್ರವ್ಯ. ನೈಟ್ರೊಜನ್ (ಸಾರಜನಕ)ನಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳೆಂಬ (amino acid) ಸಂಯುಕ್ತಗಳಿಂದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೀತಿಯ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಮುಂದೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಏಕರೀತಿಯ ರಚನೆಯಿಂದ ಕೂಡಿವೆ.



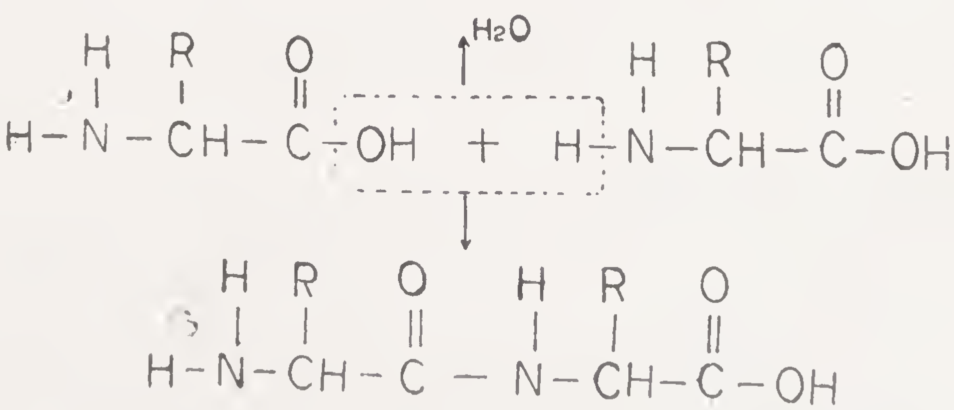
ಒಂದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಮತ್ತೊಂದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ಪಾರ್ಶ್ವತಂತುವಾದ R ಎಂಬುದು. ಅದು ಗ್ಲೈಸೀನ್ (glycine) ಎಂಬ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನಂತೆ, ಅಥವಾ ಅಲನೀನ್ (alanine) ನಲ್ಲಿರುವ ಮಿಥೈಲ್ (methyl) ಗುಂಪಿನಂತೆ (CH_3) ಸರಳವಾಗಿರಬಹುದು; ಇಲ್ಲವೆ ಟ್ರಿಪ್‌ಟೋಫ್ಯಾನ್‌ನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಜಟಿಲ ರಚನೆ ಉಳ್ಳದ್ದಾಗಿರಬಹುದು. R ಪಾರ್ಶ್ವತಂತುವನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುವ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವು ಆಮ್ಲೀಯವಾದ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲ್(COOH) ಗುಂಪಿಗೂ ಮತ್ತು ಕ್ಷಾರೀಯವಾದ ಅಮೈನೊ(NH_2) ಗುಂಪಿಗೂ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ರಚನಾಘಟಕಗಳಾದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ ೧

ಅಲನೀನ್ (alanine)	ಥ್ರಿಯೊನೀನ್ (threonine)
ಆಸ್ಪರಜೀನ್ (asparagine)	ಪ್ರೋಲೀನ್ (proline)
ಆಸ್ಪಾರ್ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ (aspartic Acid)	ಫಿನೈಲ್‌ಅಲನೀನ್ (phenylalanine)
ಆರ್ಜಿನೀನ್ (arginine)	ಮೆಥಿಯೊನೀನ್ (methionine)
ಐಸೊಲ್ಯೂಸೀನ್ (isoleucine)	ಲ್ಯೂಸೀನ್ (leucine)
ಗ್ಲುಟಾಮಿಕ್ ಆಮ್ಲ (glutamic acid)	ಲೈಸೀನ್ (lysine)
ಗ್ಲುಟಾಮಿನ್ (glutamine)	ವ್ಯಾಲೀನ್ (valine)
ಗ್ಲೈಸೀನ್ (glycine)	ಸಿಸ್ಟೈನ್ (cysteine)
ಟೈರೊಸೀನ್ (tyrosine)	ಸೀರೀನ್ (serine)
ಟ್ರಿಪ್‌ಟೋಫ್ಯಾನ್ (tryptophane)	ಹಿಸ್ಟಿಡೀನ್ (histidine)

ಒಂದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲ್ ಭಾಗವು ಮತ್ತೊಂದು ಆಮ್ಲದ ಅಮೈನೊ ಭಾಗದೊಡನೆ ಕೆಳಗೆ ಕಾಣುವಂತೆ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.



ಹೀಗೆ ರಚನೆಗೊಂಡ CONH ಹೆಣಿಕೆಯನ್ನು (linkage) ಪೆಪ್‌ಟೈಡ್ ಬಂಧ (peptide bond) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪೆಪ್‌ಟೈಡ್ ಬಂಧವಿರುವ ಪದಾರ್ಥಕ್ಕೂ ಪೆಪ್‌ಟೈಡ್ ಎಂದೇ ಹೆಸರು. ಎರಡು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಸೇರಿ ಆಗಿರುವ ಪೆಪ್‌ಟೈಡಿಗೆ ಡೈಪೆಪ್ಟೈಡ್ (dipeptide) ಎಂದು ಹೆಸರು. ನೂರು ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ದೀರ್ಘ ತಂತುವೊಂದು ನಿರ್ಮಿತ ವಾಗುವ ತನಕವೂ ಈ ರೀತಿ ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇಂಥ ಹೆಚ್ಚು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಕೂಡಿ ಆದ ಪೆಪ್‌ಟೈಡ್‌ಗೆ ಪಾಲಿಪೆಪ್‌ಟೈಡ್ (polypeptide) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸುಮಾರು ೧೦,೦೦೦ ಅಥವಾ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಅಣುತೂಕವಿರುವ ಪಾಲಿಪೆಪ್‌ಟೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೂ ಮೀರಿದ ಅಣುತೂಕವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರೋಟೀನ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ ಗಳು ಪಾಲುಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದಲೂ ಈ ಒಂದೊಂದು ಅಮ್ಲವೂ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸಾರಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ ಜೋಡಣೆಗೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಈ ರಚನಾ ಘಟಕಗಳಿಂದ ಅನೇಕ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಇದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದಾಗಿ ಮತ್ತು ಅವು ಜೋಡಣೆಗೊಂಡಿರುವ ರೀತಿಯಿಂದಾಗಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುವು ತನ್ನೊಳಗೇ ಮಡಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಅಡ್ಡಡ್ಡಲಾಗಿ ಹೆಣೆದುಕೊಂಡು ಪ್ರೋಟೀನಿಗೆ ಉದ್ದ–ಅಗಲ–ದಪ್ಪ–ಈ ಪ್ರಮಾಣತ್ರಯಗಳಿರುವ ಸ್ಪಷ್ಟಾಕೃತಿಯನ್ನು ನೀಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರಮಾಣತ್ರಯಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಈ ಮಾದರಿಯು ಅದಕ್ಕೆ ವಿಶೇಷವಾದ ಜೈವಿಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ನೀಡುತ್ತದೆ.

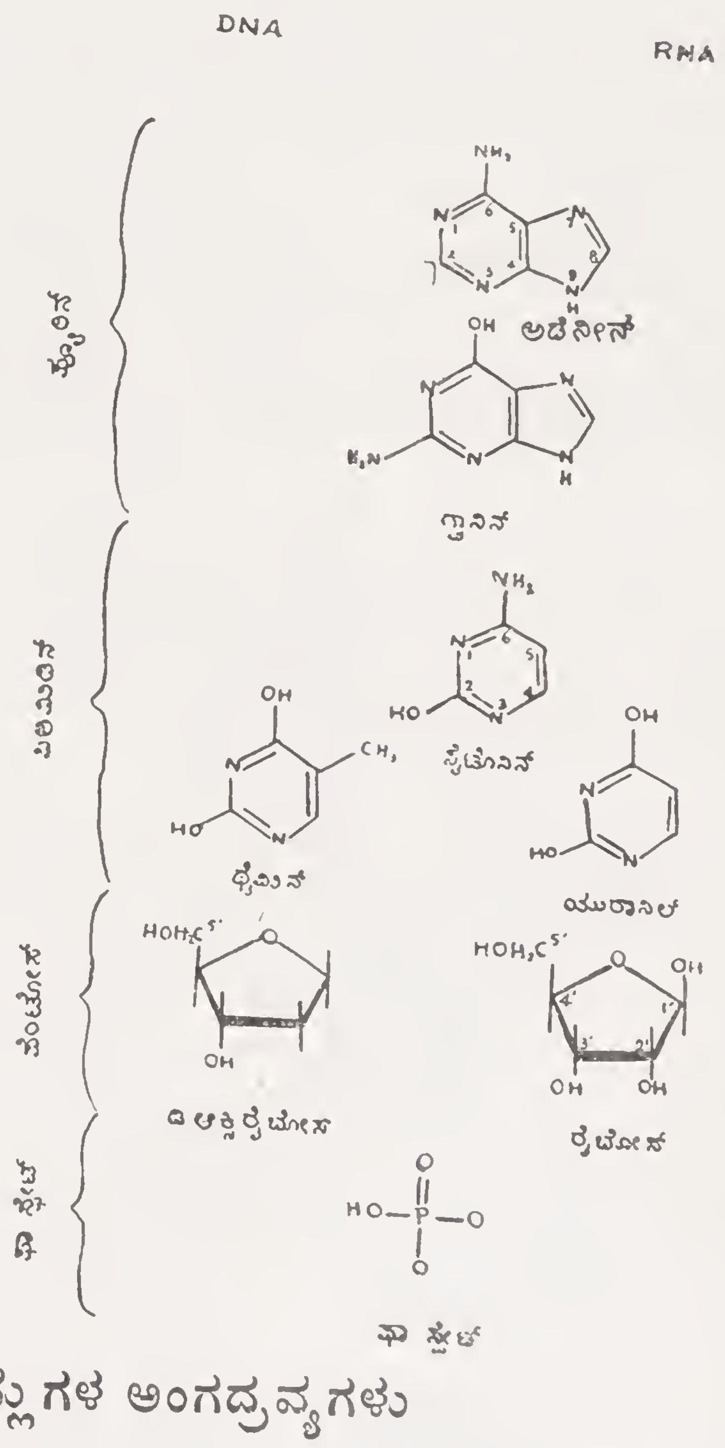
ಜೀವರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿ ಸಿರುವ ವಿಷಯವೆಂದರೆ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಅದ್ಭುತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕುರಿತು ಹೇಳುವ ಮುಂಚೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಅರಿಯುವುದು ಅಗತ್ಯ.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಘಟಿತವಾದ ತಂತುರೂಪದ ಅಣು ಗಳಾಗಿರುವಂತೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ ಎಂಬ ಘಟಕ ಗಳಿರುವ ದೀರ್ಘತಂತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ ಘಟಕ

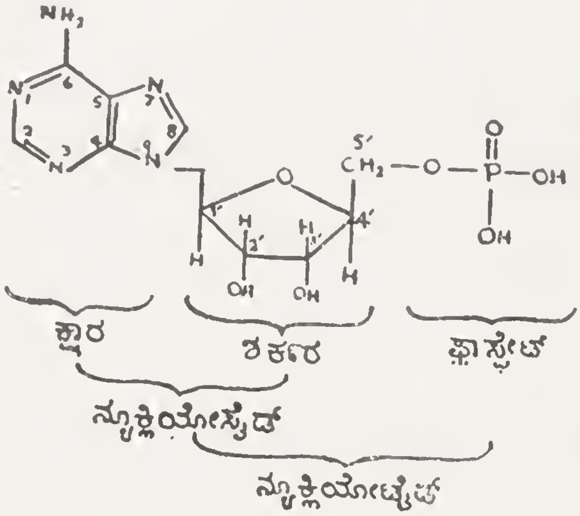
ದಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಮೂರು ಭಾಗಗಳಿರುತ್ತವೆ: ಪ್ಯೂರೀನ್ (purine) ಅಥವಾ ಪಿರಿಮಿಡೀನ್ (pyrimidine base) ಕ್ಷಾರ, ಐದು ಇಂಗಾಲ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶರ್ಕರ ಭಾಗ (pentose sugar) ಮತ್ತು ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಭಾಗ. ಶರ್ಕರ ಭಾಗ ಮತ್ತು ಕ್ಷಾರಗಳು ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಆದ ವಸ್ತುವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಸೈಡ್ ಎಂದೂ ಕ್ಷಾರ, ಶರ್ಕರ ಮತ್ತು ಫಾಸ್ಫೇಟ್‌ಗಳ ಕೂಡಿಕೆಯಿಂದ ಆದ ವಸ್ತುವನ್ನು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.—ಈ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಭಿನ್ನ ಅಂಗದ್ರವ್ಯಗಳಿಂದ ಕೂಡಿವೆ.

ಡಿ.ಎನ್.ಎ.	ಆರ್.ಎನ್.ಎ.
ಪ್ಯೂರೀನ್‌ಗಳು	
ಅಡೆನೀನ್ (A)	ಅಡೆನೀನ್ (A)
ಗ್ವಾನೀನ್ (G)	ಅಡೆನೀನ್ (G)
ಪಿರಿಮಿಡೀನ್‌ಗಳು	
ಥೈಮೀನ್ (T)	ಯುರಾಸಿಲ್ (U)
ಸೈಟೊಸೀನ್ (C)	ಸೈಟೊಸೀನ್ (C)
ಶರ್ಕರಗಳು	
ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋಸ್	ರೈಬೋಸ್



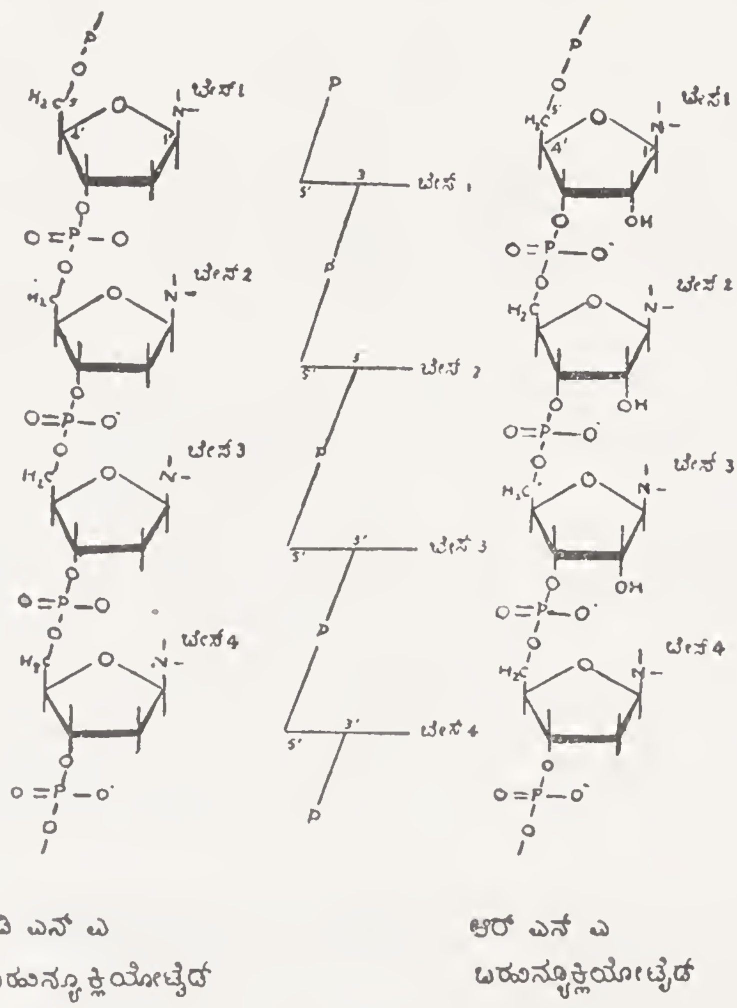
ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಅಂಗದ್ರವ್ಯಗಳು

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡುಗಳಲ್ಲಿ ಫಾಸ್ಫಾರಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ಶರ್ಕರದ ಐದನೆಯ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಮತ್ತು ಕ್ಷಾರಗಳು ಒಂದನೆಯ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಮುಂದಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ.

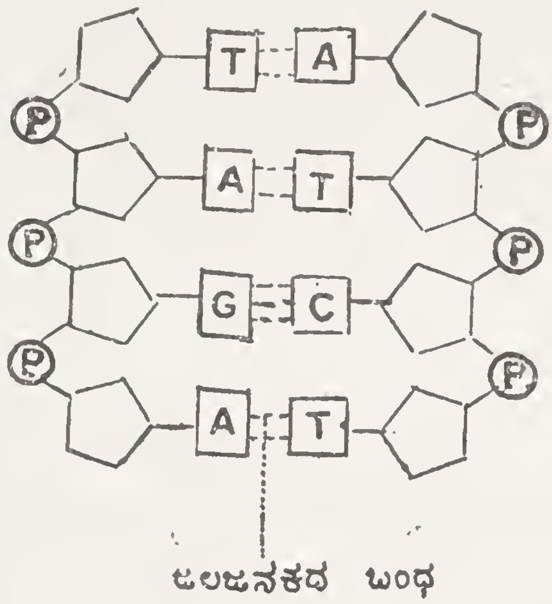


ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ (polynucleotide) ಗಳಿಂದ ಆಗಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಬಂಧಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘಸರಣಿಗಳಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಜೋಡಿಸುವಾಗ ಒಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡಿನ ಶರ್ಕರದಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲ-೫ನ್ನು ಪಕ್ಕದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡಿನ ಶರ್ಕರದಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲ-೩ಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಶರ್ಕರ-ಫಾಸ್ಫೇಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಬೆನ್ನೆಲುಬಿನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ಯೂರೀನ್ ಮತ್ತು ಪಿರಮಿಡೀನ್ ಕ್ಷಾರಗಳು ಅದಕ್ಕೆ ಸಾಲಾಗಿ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ಯೂರೀನ್ ಮತ್ತು ಪಿರಮಿಡೀನ್ ಕ್ಷಾರಗಳನ್ನು ನಾವು ಬೇಸ್$_1$, ಬೇಸ್$_2$ ಮತ್ತು ಬೇಸ್$_3$ ಮೊದಲಾಗಿ ಸಂಕೇತಿಸುವುದಾದರೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಅಣುವು ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.



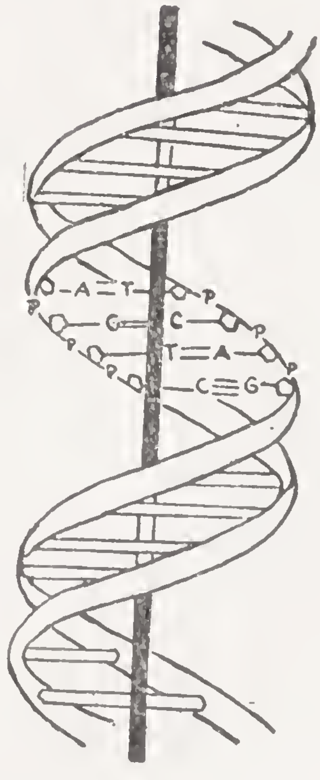
ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.
ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳು
ಅಥವಾ ಬಹುನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡುಗಳು



ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಕ್ಷಾರಯುಗಳಗಳು (base pairs)

ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತುಂಬ ಉದ್ದವೂ, ಬಹು ತೆಳುವೂ ಆದ, ಆದರೆ ಬಿಗಿಯಾದ ಅಣು. ಅದರ ಅಣುತೂಕವು ಕಡೆಯ ಪಕ್ಷ ೬,೦೦೦,೦೦೦ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅಣುವೊಂದರಲ್ಲಿ ೨೦,೦೦೦ಕ್ಕೆ ಕಡಮೆ ಯಿಲ್ಲದಷ್ಟು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಅಣುವು ಇಷ್ಟು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ರಲು ಕಾರಣ, ಪ್ರತಿ ಅಣುವೂ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ ತಂತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ರುತ್ತದೆ. ಈ ತಂತುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವಿರುದ್ಧ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿವೆ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕ ಬಂಧದಿಂದ (hydrogen bond) ಕೂಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರು ತ್ತವೆ. (ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳು ಒಂದೇ ಅಥವಾ ಬೇರೆಬೇರೆ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕ ಅಥವಾ ಸಾರಜನಕದ ಪರಮಾಣು ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವ ಕೊಂಡಿಗಳು ಇವು ದುರ್ಬಲವಾದ ಬಂಧಗಳು). ಜಲಜನಕದ ಬಂಧವು ಒಂದು ಎಳೆಯಲ್ಲಿರುವ ಅಡೆನೀನ್‌ಗೂ (ಎ), ವಿರುದ್ಧ ಎಳೆಯಲ್ಲಿರುವ ಥೈಮಿನ್‌ಗೂ (ಟಿ) ಅಥವಾ ಒಂದು ಎಳೆಯ ಗ್ವಾನೀನ್‌ಗೂ (ಜಿ) ವಿರುದ್ಧ ಎಳೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸೈಟೊಸೀನ್‌ಗೂ (ಸಿ) ಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಚಾರ್‌ಗಾಫ್ (Chargaff) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಮೂಲಗಳಿಂದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದಾಗ 'ಎ'ಗೆ 'ಟಿ' ಸಮನಾಗಿಯೂ, 'ಜಿ'ಗೆ 'ಸಿ' ಸಮನಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಎ+ಜಿ ಗೆ ಸಿ+ಟಿ ಸಮನಾಗಿಯೂ ಇದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಈ ವಿಷಯವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಬಗ್ಗೆ ಮಾರಿಸ್ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸ್ (Maurice Wilkins) ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು ಜೇಮ್ಸ್ ವಾಟ್ಸನ್ (James Watson) ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಕ್ರಿಕ್ (Francis Crick) ಎಂಬ ಇಬ್ಬರು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊ ಟೈಡ್‌ಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯು ಎರಡು ಸುರುಳಿ ಅಥವಾ ಆವರ್ತಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಇದನ್ನು ವಾಟ್ಸನ್-ಕ್ರಿಕ್‌ರ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಆವರ್ತದ್ವಯ ರಚನೆ



ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಆವರ್ತದ್ವಯಗಳು

ಗಳೆಂದು (Watson-Crick double helical structure) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸೂತ್ರದ ಮಹತ್ವ ಎಷ್ಟೆಂಬುದು ಈ ಲೇಖನದ ಕಡೆಯ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ವಿಲ್ಕಿನ್ಸ್, ವಾಟ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಕ್ ಮೂವರಿಗೂ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ದೊರೆಯಿತು.

ಆನುವಂಶೀಯತೆ (Heredity)

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಪಾತ್ರವೇನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯವುದು ಅಗತ್ಯ. ಅನೇಕ ಜೀವಿಗಳು ವಿವರಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಜನಕಜೀವಿಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಯಾಗಿದ್ದರೂ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತವೆ. ತಂದೆತಾಯಿಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಪೂರ್ವ ಜೀವಕಣಗಳಿಂದಲೇ ಹೊಸ ಸಂತಾನವು ಜನಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಪೀಳಿಗೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪೀಳಿಗೆಗೆ ಸಂತತವಾದ ಸಂಬಂಧವೊಂದು ಇದ್ದೇ ಇದೆ. ಇದನ್ನೇ ಆನುವಂಶೀಯತೆ ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಏಕ ಮಾನಕ್ಕೆ ವಂಶವಾಹಿ (Gene) ಎಂದು ಹೆಸರು(Genos = ಜನಾಂಗ, ಸಂತತಿ). ವಂಶವಾಹಿಗಳು ವರ್ಣತಂತುವಿನಲ್ಲಿ (Chromosome) ಇರುತ್ತವೆ (chromo = ವರ್ಣ ; some = ತಂತು). ಈ ವರ್ಣತಂತುಗಳು ಜೀವಕಣದ ಕಣಕೇಂದ್ರದ ಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ರೂಪು, ಮಾಟ, ಶರೀರರಚನೆಗಳನ್ನೂ ಒಳಗೊಂಡು ಜೀವಿಯೊಂದರ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಎಲ್ಲ ಲಕ್ಷಣಗಳೂ, ಲಿಂಗ ಮತ್ತು ನಿರ್ಲಿಂಗ ಸಂತತಿ ಪ್ರಸಾರ ಗಳೆರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಪೀಳಿಗೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪೀಳಿಗೆಗೆ ದಾಟುತ್ತವೆ. ಇವು ತನ್ನನ್ನೇ ಪ್ರತಿಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನ ಮೂಲಧಾತುಗಳ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ.

ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಶಾಶ್ವತವಾದುವಲ್ಲ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅವು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಅಥವಾ ಬೇರೊಂದು ಭೌತ ಇಲ್ಲವೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಾರಕಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಬದಲಾಗಿಬಿಡಬಹುದು. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಮ್ಯೂಟೇಷನ್ (mutation) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಬದಲಾವಣೆಯು ವಂಶವಾಹಿಗಳ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಇಂಥ ಬದಲಾವಣೆ ಗಳೂ ಸಹ ಜನಕಜೀವಿಯಿಂದ ಸಂತತಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ವಂಶಶಾಸ್ತ್ರದ (Genetic Science) ಈ ಕೆಲವು ಸಂಗತಿಗಳು ಮೆಂಡಲ್ ನಿಂದ (Mendel) ನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಯಲ್ಪಟ್ಟರೂ ವಂಶವಾಹಿಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವೇನು, ಇವು ಹೇಗೆ ತಮ್ಮ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಬಗ್ಗೆ ಏನೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಕಳೆದ ಎರಡು ದಶಕಗಳ ಕಾಲ

ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಅಂಶಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವು ಸಂಗತಿಗಳು ಹೊರಬಿದ್ದಿವೆ. ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಅಥವಾ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳು (genetic factors) ವರ್ಣತಂತುಗಳಿಂದ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ವರ್ಣತಂತುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನು ಮತ್ತು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಗಳೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಇವುಗಳಲ್ಲೊಂದು ವಾಂಶಿಕ ದ್ರವ್ಯವಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ಭಾವಿಸುವುದು ಸಹಜ. ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ವರ್ಣತಂತುವಿನ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುತ್ತವೆಂದೂ, ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವು ತೀರ ಸರಳವಾಗಿದ್ದು ಅದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ವಂಶವಾಹಿಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಳ್ಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಬಹಳ ವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ವಂಶವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಮಹತ್ವ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಆವೆರಿ (Avery) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಂಗಡಿಗರು ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಈ ಮೂಲಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಏಕಾಣುಜೀವಿ ಅಥವಾ ಮುಂದೆ ತಿಳಿಸಲಿರುವ ವೈರಸ್(Virus)ಗಳಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಈ ಜೀವಿಗಳ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಸಸ್ಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಸದೃಶವಾಗಿದ್ದು ಅವುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಸರಳವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ನ್ಯುಮೋನಿಯ ರೋಗಕ್ಕೆ ನ್ಯುಮೊಕಾಕಸ್ (pneumococcus) ಎಂಬ ಜೀವಕಣಗಳು ಕಾರಣ. ಈ ಕಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ನಯವಾದ ಪೊರೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಒರಟಾದ ಮೇಲುಮೈ ಇರುತ್ತದೆ. ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ನಯವಾದ ಪೊರೆ ಇರುವ ಕಣಗಳೇ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಒರಟಾದ ಮೇಲುಮೈ ಇರುವ ಕಣಗಳನ್ನು ದೇಹಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ನ್ಯುಮೋನಿಯ ರೋಗ ಬರದೆ ನಯವಾದ ಪೊರೆ ಇರುವ ಕಣಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಬರುತ್ತದೆ. ಒರಟಾದ ಮತ್ತು ರೋಗೋತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡದ ಕಣಗಳು ನಯವಾದ ರೋಗಕಾರಕ ಕಣಗಳಿಂದ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯೊಡನೆ ಬೆಳೆಯಲು ಅವಕಾಶ ಕಲ್ಪಿಸಿದಾಗ ಅವು ನಯವಾದ ಕಣಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡದ್ದಲ್ಲದೆ ರೋಗಕಾರಕಗಳಾದುವು. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪನ್ನಗೊಂಡ ಕಣಗಳು ಅದೇ ರೀತಿಯ ಪೊರೆಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಾ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರಗೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ವಂಶವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳ ನಿರ್ಧರಣ ಮತ್ತು ವಂಶಾಭಿವೃದ್ಧಿ—ಈ ಎರಡು ಗುಣಗಳಿಗೆ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಮುಖ್ಯಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ವೈರಸ್ (Virus)

ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಜೀವರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಮತ್ತು ಆ ಮೂಲಕ ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಆಧಾರಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬೀರಿದ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಷಯವೆಂದರೆ

ವೈರಸ್‌ಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ. ವೈರಸ್‌ಗಳು ಜೀವಿಗಳ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಳಗಿನ ಹಂತಕ್ಕೆ ಸೇರುತ್ತವೆ. ಇವು ಜೀವ ಜಡಗಳೆರಡಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯೆ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ತಮ್ಮನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿಕೊಂಡು ಬಹುಸಂಖ್ಯಾಕವಾಗುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಆನು ವಂಶೀಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತಾಳುವುದರಲ್ಲಿಯೂ ವೈರಸ್‌ಗಳು ಜೀವವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇದನ್ನು ಅವು ಸ್ವತಃ ಮಾಡಲಾರವು. ಏಕೆಂದರೆ ಅವು ಬೆಳೆಯುವುದಾಗಲೀ ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುವುದಾಗಲೀ ಜೀವಕಣಗಳ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಪೋಷಕದ್ರವ್ಯಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಸ್ವಂತ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಅವುಗಳಿಗಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಇವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನ ಮಾಡಬಲ್ಲ ಇತರ ಜೀವ ಕಣಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ವೈರಸ್‌ಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರದಷ್ಟು ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳು. ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ರೋಗೋತ್ಪನ್ನಮಾಡುವ ಕಾರಕಗಳಲ್ಲಿ ವೈರಸ್‌ಗಳೂ ಕೆಲವಿವೆ (ಉದಾ: ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಬರುವ ಪಾರ್ಶ್ವವಾಯು ಮತ್ತು ಇನ್‌ಫ್ಲುಯೆಂಜಾ). ಅಲ್ಲದೆ ಹುಳು, ಸಸ್ಯ, ಕಡೆಗೆ ಏಕಾಣುಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ರೋಗ ಗಳಿಗೂ ಇವೇ ಕಾರಣಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕಗಳಂತೆ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸಬಹುದು, ಹರಳುಗಳಾಗಿ ಕೂಡ ಮಾಡಬಹುದು. ಎಲ್ಲ ವೈರಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಅಥವಾ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಗಳ ಒಳತಂತು ಇರುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಹೊದಿಕೆಯಿರುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿರುವ ವೈರಸ್ ಎಂದರೆ ಹೊಗೆ ಸೊಪ್ಪಿನ ಒಂದು ಬಗೆಯ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ವೈರಸ್. ಇದನ್ನು ಟೊಬ್ಯಾಕೊ ಮೊಸಾಯಿಕ್ ವೈರಸ್ (Tobacco Mosaic Virus, ಟಿ.ಎಮ್.ವಿ.) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವೈರಸ್ಸಿನ ಒಳತಂತು ಆಗಿರುವ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಪ್ರೋಟೀನು ಗಳಿಂದ ಸುತ್ತಲ್ಪಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ.

ಫ್ರಾಂಕೆಲ್ ಕಾನ್ರಾಟ್ (Frankel-Canrat) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹೋ ದ್ಯೋಗಿಗಳು ಟಿ.ಎಮ್.ವಿ. ಮೇಲಿನ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ತೆಗೆದು ಒಳಗಿರುವ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮಾತ್ರವೇ ಮೊಸಾಯಿಕ್ ರೋಗವನ್ನು ತರಬಲ್ಲು ದೆಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದರು. ಆದ್ದರಿಂದ ವೈರಸ್ಸಿನ ವಂಶಲಕ್ಷಣವು ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದಿಂದ ನಿರ್ಧರವಾಗುವುದೇ ಹೊರತು ಪ್ರೋಟೀನಿನಿಂದಲ್ಲ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊದಿಕೆಯು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ತಂತುವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಮಹತ್ವವನ್ನು ವಿಶದ ಪಡಿಸಿದ ಮತ್ತೊಂದು ವೈರಸ್ ಎಂದರೆ ಏಕಾಣುಜೀವಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲ ಎಸ್‌ಶೆರಿಷ್ಯಾ ಕೊಲೈ (Escherichia Coli) ಎಂಬ ವೈರಸ್. ಏಕಾಣುಜೀವಿ

ಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವ ಇಂಥ ವೈರಸ್ಸುಗಳಿಗೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋಫೇಜ್ (bacteriophage) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ೪೦%ರಷ್ಟು ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತಂತುವಿನಿಂದಲೂ ಮತ್ತು ೬೦%ರಷ್ಟು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊದಿಕೆಯಿಂದಲೂ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯೋಫೇಜು ಏಕಾಣುಜೀವಿಯ ಜೀವಕಣವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿದಾಗ ಅದರ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಯನ್ನು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊದಿಕೆಯು ಜೀವಕಣದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಬೇಕಾದರೆ ಒರೆಸಿ ತೆಗೆದುಬಿಡಬಹುದು.

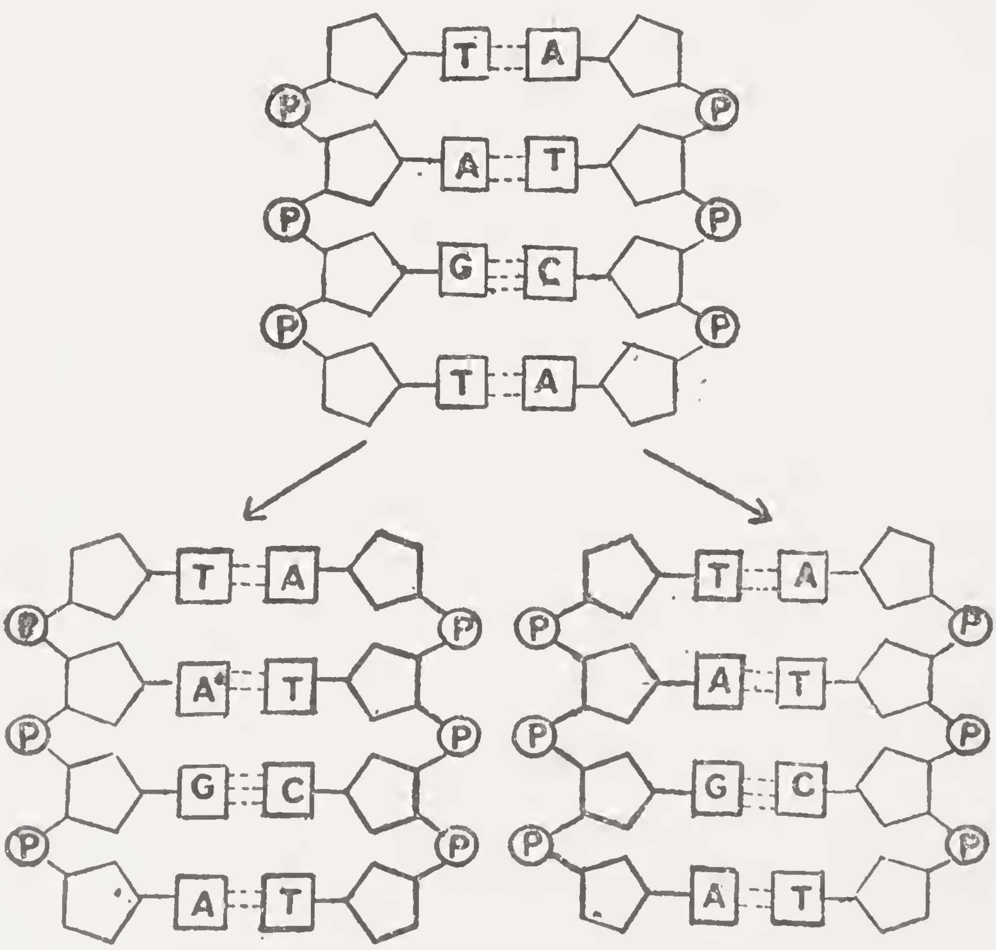
ಫೇಜ್‌ನ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯು ತಾನು ಆಕ್ರಮಿಸಿದ ಜೀವಕಣದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಮೇಲೆ ಹತೋಟಿಯನ್ನು ಪಡೆದು ತನ್ನದೇ ಆದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯನ್ನು ಅದರೊಳಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳು ತುಂಬಿಹೋಗಿ ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕಣವು ಒಡೆದು ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಗಮನಿಸಬೇಕಾದ ಸಂಗತಿಯೆಂದರೆ ಫೇಜ್ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕಣದೊಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡನಂತರ ಸಂಭವಿಸಿದ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಫೇಜ್ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯೇ ಕಾರಣವೆಂಬುದು.

ಹೀಗೆ ವೈರಸ್‌ನ ಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಒಂದು ವಿಷಯ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಪೀಳಿಗೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಪೀಳಿಗೆಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಈ ವರ್ಗಾವಣೆಯು ಟಿ.ಎಮ್.ವಿ.ಯಂಥ ವೈರಸ್‌ಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮೂಲಕವೂ ಮಾನವ ಜೀವಕಣಗಳೂ ಸೇರಿ ಇತರ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಸಂಗಗಳಲ್ಲಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಮೂಲಕವೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಮೂರು ಅಂಗದ್ರವ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ದ್ರವ್ಯಗಳು (ಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಮತ್ತು ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋಸ್) ಎಲ್ಲ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷಾರಗಳ (ಅಡೆನೀನ್, ಗ್ವಾನೀನ್, ಸೈಟೊಸೀನ್, ಥೈಮೀನ್) ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಆಗಬೇಕಾಗಿದೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವ, ಅದರ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷಾರಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿಂದಾಗಿ, ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವು ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯುಂಟು. ಇದರಿಂದ ಅದು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಗರ್ಭೀಕರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ.

ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯು ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನೂ ಜೀವದ ಇರುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಅದು ಕಾರಣವೆಂಬುದನ್ನೂ ನೋಡಿದೆವು. ಈಗ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯು ಯಾವ ವಿಧಾನದ ಮೂಲಕ ಇದನ್ನು ನಡೆಸುವುದೆಂಬುದನ್ನು ವಿಚಾರಮಾಡಬಹುದು.

ವಂಶವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ತಲೆಮಾರಿನಿಂದ ತಲೆಮಾರಿಗೆ ಸಾಗಿಸುವ ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವ ಕೆಲಸವು ಮೂರು ಮೆಟ್ಟಲುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಆ ಮೂಲಕ ಅದರ ವಂಶವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿಸೃಷ್ಟಿಸುವುದು, ಈ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವಿಧ ಆರ್. ಎನ್. ಎ. ಅಣುಗಳಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರೋಟೀನ್ (ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳೂ ಸೇರಿ) ಅಣುಗಳಿಗೆ ರೂಪಾಂತರಿಸುವುದು.

ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುಗಳ ಪ್ರತಿಸೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಅದರ ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ ಕ್ಷಾರಗಳ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ವಾಟ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಕ್‌ರ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಆವರ್ತದ್ವಯ ರಚನೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವಿನ ಎರಡು ತಂತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಷಾರಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಾಗಲು ಅಗತ್ಯವಾದ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದ್ದಂತಾಯಿತು. ಪ್ರತಿಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವಾಗ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಎರಡು ತಂತುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಯಾಗುವುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಜನಕತಂತುವಿನ ಮೇಲೂ ಹೊಸ ಪೂರಕತಂತುವೊಂದು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ವಿಧಾನದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವಿನಿಂದ ಎರಡು ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುಗಳು



ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವಿನ ಪ್ರತಿಸೃಷ್ಟಿಯ ವಿಧಾನ

ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಜನಕತಂತುವಿನ ಒಂದು ಅರ್ಧ ಭಾಗದಿಂದಲೂ ಇನ್ನೊಂದು ಅದರ ಉಳಿದ ಅರ್ಧಭಾಗದಿಂದಲೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ರೂಪುಗೊಂಡ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಅಣುಗಳು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮೊದಲಿನ ಅಣುವಿನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಎದ್ದು ಕಾಣುವ ಗೆರೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್ ತಂತುಗಳು ಹೊಸದಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡವು.

ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಆರ್ಥರ್ ಕಾರ್ನ್‌ಬರ್ಗ್‌ನ (Arthur Körnberg) ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟಗೊಂಡಿದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಅವನಿಗೆ ೧೯೫೯ ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ದೊರಕಿತು. ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್ (D.N.A. polymerase) ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮನ್ನು ಮೊದಲು ವಿವರಿಸಿದವನು ಈತನೇ. ಈ ಎನ್‌ಜೈಮು ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಯ ಏಕತಂತುವನ್ನು ಬಳಸಿ ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೊ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡುಗಳಿಂದ ಒಂದು ಹೊಸತಂತುವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ತಂತುವೂ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಜನಕ ಅಣುವಿನ ಎರಡು ತಂತುಗಳ ಬೇರ್ಪಡೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದುದರ ಫಲವಾಗಿ ಮೂಲವನ್ನೇ ಹೋಲುವ ಎರಡು ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಜನ್ಯ ಅಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುವು. ಹೆಚ್ಚುಪಾಲು ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿ ಡಿ.ಎನ್.ಎ ಯು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕಣಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದು ನೀಡುವ ವಾಂಶಿಕ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಕಣಕೇಂದ್ರದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ (cytoplasm) ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳೂ ಸೇರಿ ಅನೇಕ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ತಯಾರಾಗುತ್ತವೆ. ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಗೂ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ವಿಧಾನಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧತಂತುವಾಗಿ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯು ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

ಏಕಾಣುಜೀವಿಯ ಅಥವಾ ಸಸ್ತನಿಪ್ರಾಣಿಯ ಕಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯನ್ನು ನಮಗೆ ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಮೂರು ವಿಧಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. (i) ರೈಬೋಸೋಮಲ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. (Ribosomal R.N.A ; rR.N.A.), (ii) ಮೆಸೆಂಜರ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. (Messenger R.N.A ; mR.N.A.), (iii) ಸಾಲ್ಯುಬಲ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. (Soluble R.N.A ; sR.N.A.). ಕೊನೆಯದನ್ನು ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫರ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. (Transfer R.N.A ; tR.N.A.) ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು.

ಆರ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯು (ಜೀವಕಣದ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಭಾಗದ ಶೇಕಡಾ ೭೫–೮೦) ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಜರುಗುವ ರೈಬೋಸೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಪದಾರ್ಥ. ಆರ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ಅಣುತೂಕವು ತುಂಬ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಎರಡು ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ.

ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿರುವ ಒಟ್ಟು ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯ ಶೇಕಡಾ ೫ರಿಂದ ೧೦ರಷ್ಟು ಭಾಗ ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್. ಎ. ಇದು ವಿವಿಧ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ

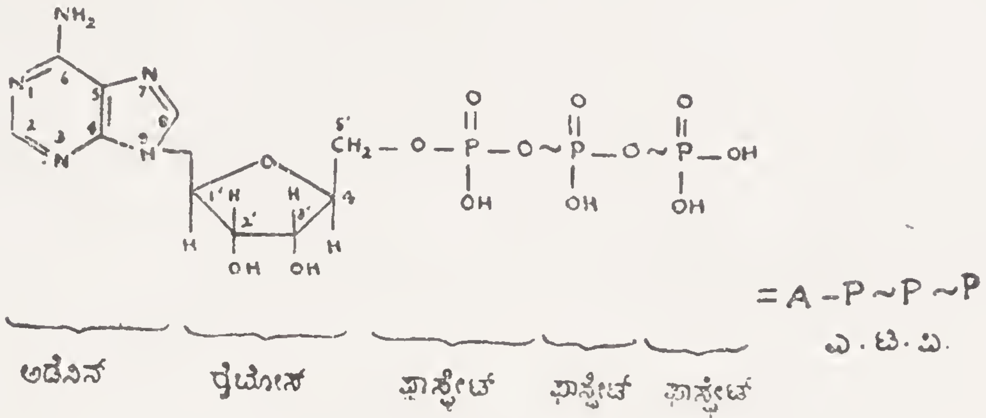
ಅಣುತೂಕ ಆರ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎಮ್‌ಆರ್. ಎನ್.ಎ. ಯು ಕಣಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಥೈಮಿಾನ್‌ಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಯುರಾಸಿಲ್ ಇದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಅದರ ಕ್ಷಾರಜೋಡಣೆಯು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಕ್ಷಾರಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯು ತನಗೆ ಪೂರಕವಾದ ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯು ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವದ ಇರುವಿಕೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ.

ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯು ಕೂಡ ಜೀವಕಣದ ಒಟ್ಟು ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯ ಶೇಕಡಾ ೧೦–೧೫ ರಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಏಕರೀತಿಯ ಅಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದರ ಅಣುತೂಕ ಇತರ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವಲ್ಲಿಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಕೊನೆಯ ಪಕ್ಷ ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚಾದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಅಣುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಎರಡು ತಂತುಗಳ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಮೆಗ್ನೀಷಿಯಂ ಅಥವಾ ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್ ಅಯಾನುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಪಾಲಿಮೆರೇಸ್ (RNA polymerase) ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮು ರೈಬೊನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳನ್ನು ಸರಣಿಗೂಡಿಸಿ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಜೈವಿಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯು ಮೊದಲು ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಗಳ ಮಿಶ್ರತಂತುವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡು ಅನಂತರ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ತಂತುವು ಸುಲಿದುಹೋಗಿ ಜೀವಕಣದ ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯು ಡಿ.ಎನ್.ಎ.ಯ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಜೈವಿಕಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಜೈವಿಕಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯು ಒಂದು ವಿಸ್ತಾರವಾದ ವಿಧಾನ. ಇದು ವಿವಿಧ ಘಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಲ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೆ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡುವುದು. ಇದು ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದ ಸಲುವಾಗಿ ಕಣದಲ್ಲಿರುವ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ಎನ್‌ಜೈಮು ಇರುತ್ತದೆ. ಎನ್‌ಜೈಮು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಿಲ್ ಭಾಗವನ್ನು ಚುರುಕುಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಡೆನೊಸೀನ್ ಟ್ರೈಫಾಸ್ಫೇಟ್ (Adenosine triphosphate–ATP) ಎಂಬ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿ

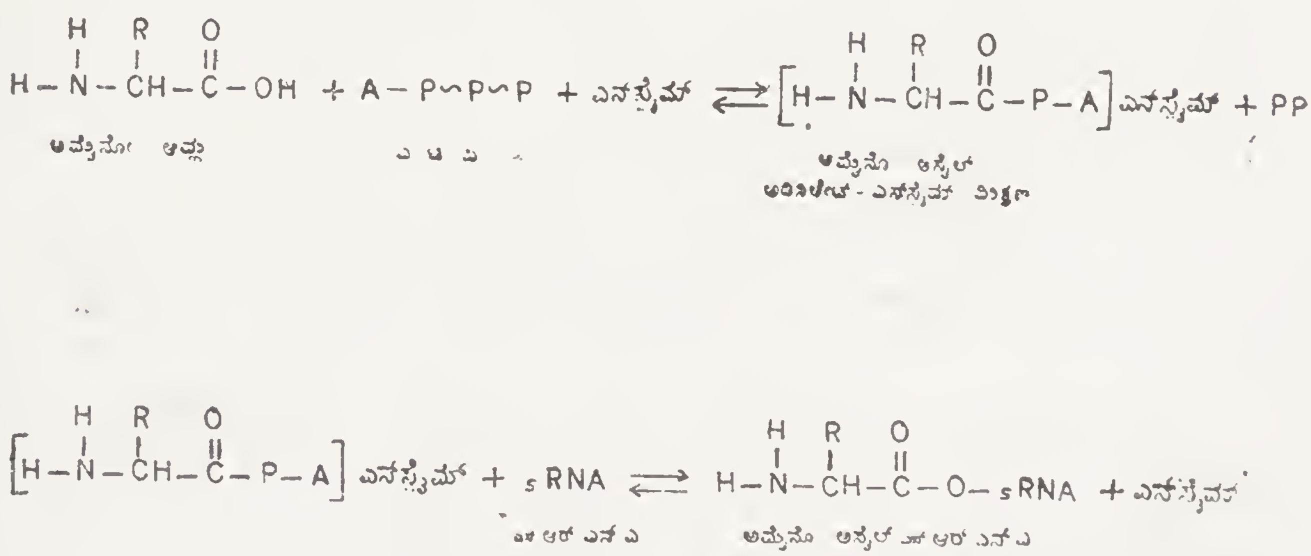
ಯುತವಾದ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತು ಬೇಕು. ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಅಗತ್ಯವಾದಾಗ ಅದನ್ನು ನೀಡುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು.



ಅಡೆನೊಸೀನ್ ಟ್ರೈಫಾಸ್ಫೇಟ್

ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಮೈನೊ ಅಸೈಲ್ ಅಡಿನಿಲೇಟ್ (Amino acyl adenylate) ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪೈರೊಫಾಸ್ಫೇಟ್ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಮೈನೊ ಅಸೈಲ್ ಅಡಿನಿಲೇಟು ಒಂದು ದ್ರಾವಣರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರದೆ ಶಕ್ತಿನೀಡುವ ಎನ್‌ಜೈಮ್ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

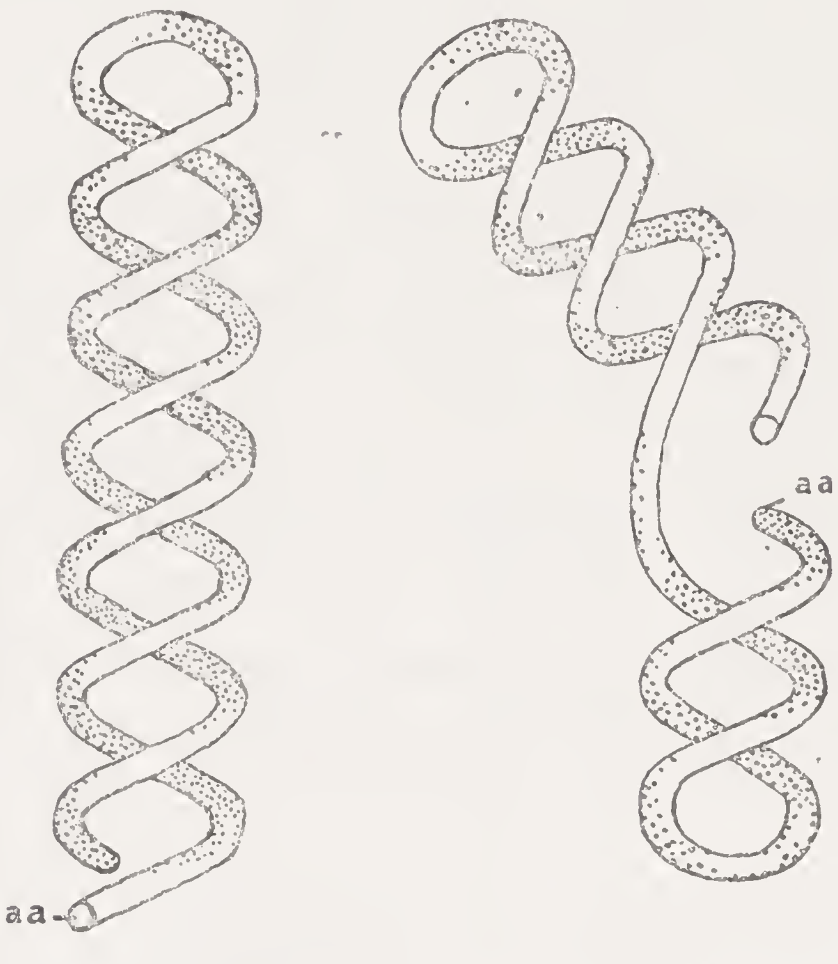
ಈ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಣವು ಅನಂತರ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿ ಅಮೈನೊ ಅಸೈಲ್ ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಯನ್ನು (Amino Acyl sRNA) ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿ ಎನ್‌ಜೈಮ್ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಬಿಡುಗಡೆಗೊಂಡ ನ್‌ಜೈಮು ಪುನಃ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತದೆ.



ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಚುರುಕಾಗಿಸುವಿಕೆ ಮತ್ತು
ಅದು ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎಗೆ ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವ ರೀತಿ

ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಪ್ರತಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಇರುತ್ತದೆ. ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯು ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊ

ಟೈಡ್ ತಂತುವಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು ತನ್ನೊಳಗೇ ಬಾಗಿಕೊಂಡು ಒಂದು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಕುಣಿಕೆಯಾಕೃತಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲವು ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಯ ತುದಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡಿಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕೊನೆಯ ಮೂರು ಕ್ಷಾರಗಳು ಸೈಟೊಸೀನ್ ಸೈಟೊಸೀನ್ ಮತ್ತು ಅಡೆನೀನ್ (ಸಿಸಿಎ)ಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ಎರಡು ಸಂಭಾವ್ಯ ಮಾದರಿಗಳು ಮತ್ತು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲವು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವ ಬಾಗವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

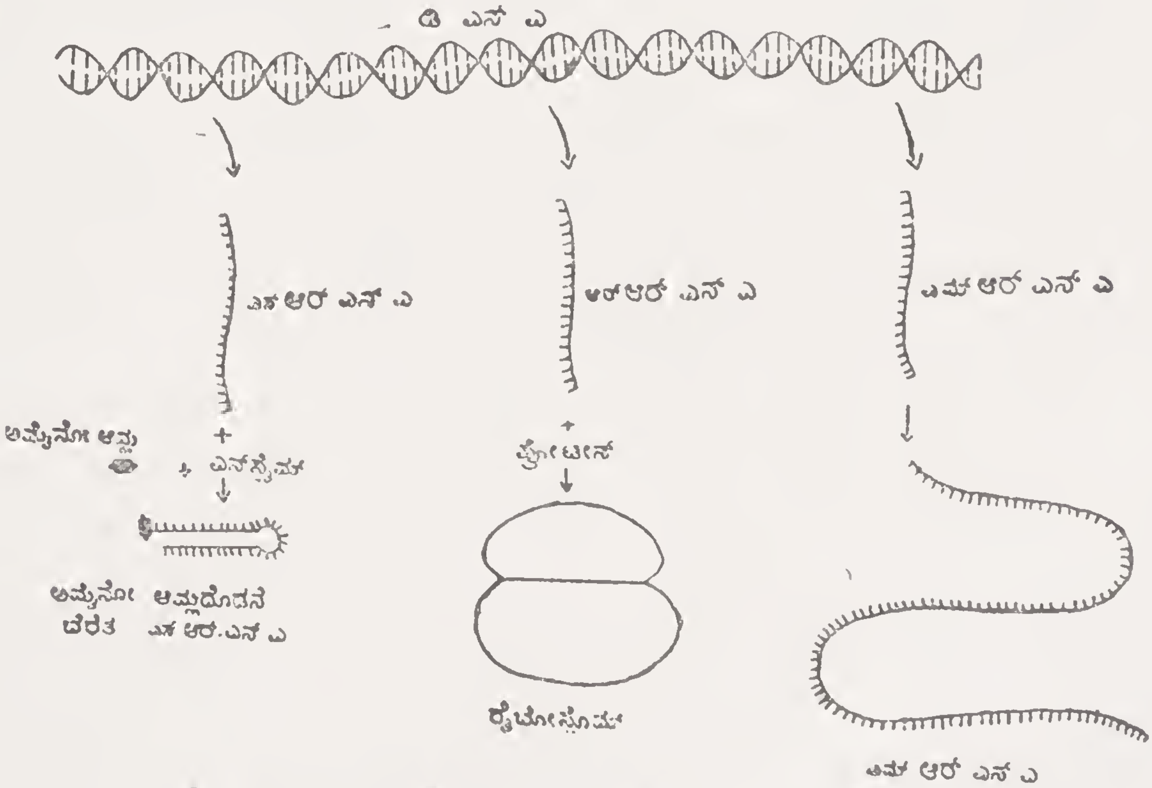


ಎಸ್.ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ಎರಡು ಸಂಭಾವ್ಯ ಮಾದರಿಗಳು.
ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನ(aa)ವನ್ನು ತೋರಿಸಿದೆ.

ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಅಣುವಿನ ಕುಣಿಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳ ಸರಣಿಯು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಯ ಮೂರು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡ್‌ಗಳ ಸರಣಿಯೊಡನೆ (codon) ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಹೋಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದೊಡನೆ ಬೆರೆತ ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಅಣುವು ಮುಂದೆ ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳು ಶೇಕಡ ೬೦ ರಷ್ಟು ಆರ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಶೇಕಡ ೪೦ ರಷ್ಟು ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸಣ್ಣ ರಜಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆರ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು

ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿರುವ ಕ್ಷಾರಗಳು ಎಸ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯಿಂದ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆರ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಗಳ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಯು ಅದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಭಾಗದ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಮತ್ತು ಅಯಾನುಗಳೊಡನೆ ಸೇರದೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕಾರ್ಯಪ್ರವೃತ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ರೈಬೊಸೋಮ್‌ಗಳ ದೃಢತೆಗೂ ಮತ್ತು ಅವು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರುವುದಕ್ಕೂ ಅಯಾನುಗಳು ಅಗತ್ಯ. ರೈಬೊಸೋಮ್, ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಮತ್ತು ಮೆಗ್ನೀಷಿಯಂ ಅಯಾನುಗಳ ಸಮ್ಮಿಶ್ರಣಕ್ಕೆ ಪಾಲಿಸೋಮ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅಮೈನೊ ಅಸೈಲ್ ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಮಿಶ್ರಣಗಳು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ ಯಿಂದ ನಿರ್ಧರಿತವಾದ ಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಲಿಸೋಮ್ ಮೇಲೆ ಜೋಡಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಈಗ ಪರಸ್ಪರ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳ ಪಾಲಿಪೆಪ್‌ಟೈಡ್ ತಂತುವನ್ನು ರೂಪಿಸುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುವು ರೈಬೊಸೋಮ್‌ನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳು ಬಿಡುಗಡೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಡಿ.ಎನ್.ಎ. ಯು ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಇರಬೇಕಾದ ಕ್ರಮವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಮಗ್ರವಾದ ಜೈವಿಕಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಜೈವಿಕಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ (ಒಂದು) ವಿಧಾನ.

ವಾಂಶಿಕ ಸೂತ್ರ ಸಂಕೇತ

ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಆವಶ್ಯಕತೆಗಳು ಇದ್ದಾಗ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ

ಗಳು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ನಿಯಮದ ಮೇರೆಗೆ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಪ್ರೋಟೀನ್ ತಂತುವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದೆಂದು ಆಗಲೇ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ಸೂತ್ರದ ಕಾರ್ಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೇಗೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಣಿಯ ಸೂತ್ರವನ್ನು ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಯು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ. ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಯು (ಥೈಮಿನ್‌ಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಯುರಾಸಿಲ್ ಇರುವುದೊಂದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ) ಅದನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ ಡಿ. ಎನ್.ಎ. ಕ್ಷಾರಸರಣಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯ ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷಾರಗಳಾದ ಅಡಿನೀನ್ (ಎ), ಗ್ವಾನೀನ್ (ಜಿ), ಸೈಟೊಸೀನ್ (ಸಿ) ಮತ್ತು ಯುರಾಸಿಲ್ (ಯು) ಗಳು ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ನಾಲ್ಕು ಕ್ಷಾರಗಳು ಮಾತ್ರವೇ ಇವೆ. ಎರಡು ಕ್ಷಾರಗಳ ಜೋಡಣೆಯೂ ಸಹ ಇಪ್ಪತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳ ಸ್ಥಾನ ನಿರ್ಣಯವನ್ನು ಮಾಡಲಾರವು. ಏಕೆಂದರೆ ಎರಡು ಕ್ಷಾರಗಳ ಸೇರಿಕೆಯಿಂದ ಕೇವಲ ಹದಿನಾರು ಜೋಡಣೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಮೂರು ಕ್ಷಾರಗಳ ಸೇರಿಕೆಯಿಂದ ಒಟ್ಟು ಅರವತ್ತನಾಲ್ಕು ಜೋಡಣೆಗಳು ಸಾಧ್ಯ. ಇದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ಪೂರೈಸುವುದಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಜೋಡಣೆಗಳು ಉಳಿಯುತ್ತವೆ. ಈ ಮೂರು ಕ್ಷಾರಗಳ ಸೇರಿಕೆಗೆ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡ್ (Triplet code) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಸಮರ್ಪಕವಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವೆಂದು ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧಕರಿಂದ ಸಿದ್ಧಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ನಿರೆನ್‌ಬರ್ಗ್ (Nirenberg) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳು ಹಾಗೂ ಒಛಾವ (Ochoa) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಂಗಡಿಗರ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಪ್ರೋಟೀನ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಯಾವ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡ್ ಅಗತ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾಗಿವೆ. ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಗತ್ಯವಾದ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಕ್ಷಾರಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡುಗಳಿರುವ ಕೃತಕ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಕೇವಲ ಯುರಾಸಿಲ್ ಕ್ಷಾರ ಮಾತ್ರವಿರುವ ಒಂದು ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಪಾಲಿನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೊಟೈಡನ್ನು ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿದರು. ಇದನ್ನು ಇಪ್ಪತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ ತಂದು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಆವರಣವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದಾಗ ಕೇವಲ ಫಿನೈಲ್‌ಅಲನೀನ್ ಆಮ್ಲವಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನು ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರಾಯಶಃ ಯುರಾಸಿಲ್ ಯುರಾಸಿಲ್ ಯುರಾಸಿಲ್ (ಯುಯುಯು) ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ ಫಿನೈಲ್‌ಅಲನೀನ್ ಆಮ್ಲದ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕ್ಷಾರಗಳ ಯಾವ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಜೋಡಣೆಗಳು ಸಾಧ್ಯವುಂಟೋ ಆ

ಎಲ್ಲ ಜೋಡಣೆಗಳ ಕೃತಕ ಆರ್.ಎನ್.ಎ.ಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ರತಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದೆ.

ಪಟ್ಟಿ ೨. ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಸೂತ್ರ ಸಂಕೇತಗಳು†

ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ	ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಸಂಕೇತಗಳು			
ಅಲನೀನ್	ಸಿ.ಸಿ.ಜಿ.	ಯು.ಸಿ.ಜಿ.*	ಎ.ಸಿ.ಜಿ.*	
ಅಸ್ಪರಜೀನ್	ಎಸಿಎ	ಎಯುಎ	ಎಸಿಯು*	
ಆಸ್ಪಾಟಿಕ್ ಆಸಿಡ್	ಜಿಯುಎ	ಜಿಸಿಎ*	ಜಿಎಎ*	
ಆರ್ಜಿನೀನ್	ಸಿಜಿಸಿ	ಎಜಿಎ	ಯುಜಿಸಿ*	ಸಿಜಿಎ*
ಐಸೊಲೂಸೀನ್	ಯುಎಯು	ಯುಎಎ		
ಗ್ಲುಟಾಮಿಕ್ ಆಸಿಡ್	ಜಿಎಎ	ಜಿಎಯು*	ಜಿಎಸಿ*	
ಗ್ಲುಟಾಮಿನ್	ಎಎಸಿ	ಎಜಿಎ	ಎಜಿಯು*	
ಗ್ಲೈಸೀನ್	ಯುಜಿಜಿ	ಎಜಿಜಿ	ಸಿಜಿಜಿ	
ಟೈರೊಸಿನ್	ಎಯುಯು			
ಟ್ರಿಪ್‌ಟೋಫ್ಯಾನ್	ಜಿಜಿಯು			
ತ್ರಿಯೋನೀನ್	ಸಿಎಸಿ	ಸಿಎಎ		
ಪ್ರೋಲೀನ್	ಸಿಸಿಸಿ	ಸಿಸಿಯು	ಸಿಸಿಎ	ಸಿಸಿಜಿ*
ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನ್	ಯುಯುಯು	ಸಿಯುಯು		
ಮೆಥಿಯೋನೀನ್	ಯುಜಿಎ			
ಲೂಸೀನ್	ಯುಯುಜಿ	ಯುಯುಸಿ	ಯುಸಿಸಿ	ಯುಯುಎ
ಲೈಸೀನ್	ಎಎಎ	ಎಎಯು		
ವ್ಯಾಲೀನ್	ಯುಜಿಯು	ಯುಜಿಎ*		
ಸಿಸ್ಟೈನ್	ಯುಯುಜಿ			
ಸೀರೀನ್	ಯುಸಿಯು	ಯುಸಿಸಿ	ಯುಸಿಜಿ*	ಎಸಿಜಿ
ಹಿಸ್ಟಿಡೀನ್	ಎಸಿಸಿ	ಎಸಿಯು*		

*ಸಂಭವನೀಯ ಕ್ಷಾರಸರಣಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡಿನ ಪ್ರಕಾರ ವಂಶವಾಹಿಯಲ್ಲಿ ಆರುನೂರು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳಿದ್ದರೆ ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂರು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯ ಪ್ರಕಾರ ಕೆಲವು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಗೆ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್ ಕೋಡುಗಳಿರುವುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬಹುದು.

ಮನುಷ್ಯಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಬರುವ ಸಿಕಲ್‌ಸೆಲ್ ಅನೀಮಿಯಾ (sickle cell anemia) ಎಂಬ ರೋಗವು ವಿಕೃತರೂಪಿನ ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನ್ (haemo globin) ಅಣುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನ್ ಎಂಬುದು

---

† ಈ ಲೇಖನ ಕೈಸೇರಿದ್ದು ೧೯೬೭ರ ಮೇ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ; ಇದು ಅಂದಿನ ಪಟ್ಟಿ. —ಸಂ.

ಶರೀರದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಿಗೂ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಒಂದು ಪ್ರೋಟೀನು. ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನ್ ಅಣು ಬಹು ದೊಡ್ಡದು. ಅದರ ಅಣುತೂಕ ೬೮೦೦೦ ಇದ್ದು ೬೦೦ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನ್ ತಯಾರಿಸುವ ವಂಶ ವಾಹಿಯ ಒಂದು ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಥೈಮಿನ್‌ಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಅಡೆನೀನ್ ಇತ್ತು ಎನ್ನೋಣ. ಆಗ ಈ ದೋಷದ ಫಲವಾಗಿ ಎಮ್‌ಆರ್.ಎನ್.ಎ. ಯಲ್ಲಿ ದೋಷ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನ್ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಗ್ಲುಟಾಮಿನ್ ಬದಲಾಗಿ ವ್ಯಾಲೀನ್ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಈ ಸಣ್ಣ ಬದಲಾವಣೆಯಿಂದ ಹೆಮೊಗ್ಲೋಬೀನಿನ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೇ ಬದಲಾಗಿ ಬಿಡು ತ್ತವೆ. ಕೆಂಪುರಕ್ತಕಣಗಳು ಗುಂಡಗಿರುವ ಬದಲು ಕುಡುಗೋಲಿನ ಆಕೃತಿ ತಾಳು ತ್ತವೆ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಇದಕ್ಕೆ ಸಿಕಲ್ (ಕುಡುಗೋಲು) ಸೆಲ್ ಅನೀಮಿಯಾ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್ ಕೋಡಿನ ದೋಷಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ವಂಶ ಪಾರಂಪರ್ಯವಾದ ರೋಗಗಳಿವೆ. ಚರ್ಮ, ಕೂದಲು ಮತ್ತು ಕಣ್ಣುಗಳು ಸಹಜ ವರ್ಣ ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಬಿಳಿಚಿಕೊಳ್ಳುವ ರೋಗಕ್ಕೆ ಆಲ್ಬಿನಿಸಮ್ (albinism) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಫೀನೈಲ್ ಅಲನೀನ್ ಅಸಹಜ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೋಗು ವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಮಾನಸಿಕ ರೋಗಕ್ಕೆ ಫೀನೈಲ್‌ಕೀಟೋನ್‌ಯೂರಿಯ (phenylketonurea) ಪಿಕೆಯು ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಮಕ್ಕಳು ಹಾಲನ್ನು ಜೀರ್ಣಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುವ ರೋಗಕ್ಕೆ ಗೆಲೆಕ್ಟೋಸಿಮಿಯಾ (galactosaemia) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರೋಗಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಟ್ರಿಪ್ಲೆಟ್‌ಕೋಡಿನ ದೋಷಗಳೇ ಕಾರಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ರಚನೆಗಳ ವ್ಯಾಸಂಗ, ವಾಂಶಿಕಸೂತ್ರಸಂಕೇತಗಳ ತಿಳಿವಳಿಕೆ, ವಾಂಶಿಕ ಸಂದೇಶಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ಎನ್ ಜೈಮು ಹಾಗೂ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ—ಇವೇ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ತಿರುಳಾಗಿವೆ. ಜೀವದ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದ ಅಣುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಾವು ಬಹಳ ದೂರ ಸಾಗಿದ್ದೇವೆ. ಆದರೂ ಜೀವವಿವರಣೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ನೀಡಲು ಇನ್ನೂ ಬಹಳ ದೂರ ಸಾಗಬೇಕಾಗಿದೆ. ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಆಧಾರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನಾಫಲಗಳು ಮಾನವನ ಬದುಕಿನ ಮೇಲೆ ಮಹತ್ವದ ಪರಿಣಾಮ ವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವು ಮಾನವಕೋಟಿಯ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಲಿ ಎಂದಷ್ಟೇ ಆಶಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಎಂ. ಎ. ಸೇತುರಾವ್

ಜೀವದ ಹುಟ್ಟು

ಇಂದು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಆಶ್ರಯವನ್ನಿತ್ತಿರುವ ಉದಾರಿ. ಆದರೆ ಭೂಮಿಯ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ, ಯಾವ ಬಗೆಯ ಜೀವಿಗಳೂ ಇರಲಿಲ್ಲವೆನ್ನುವ ವಿಷಯ ಭೂಗರ್ಭಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಹಾಗಾದರೆ ಭೂಮಿಯ ಜೀವನದ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳು ಹುಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಜೀವಿಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದ ಬಗೆ ಹೇಗೆ? ಅಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಿಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಸಾಧ್ಯವೇ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಿಂದಲೂ ಬುದ್ಧಿಜೀವಿಯಾದ ಮಾನವನನ್ನು ಕೆಣಕುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ. ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದವರೆಗೆ ಜೀವಿಗಳ ಹುಟ್ಟಿನ ಬಗ್ಗೆ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಉತ್ತರಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಕೆಲವರು ಅಲೌಕಿಕ ವಾದವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟು, ಅಗೋಚರ ದೈವಿಕ ಶಕ್ತಿಯು ಹಠಾತ್ತನೆ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿತು ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು. ಅನೇಕ ಧರ್ಮಗಳ ಬೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ವಾದ ಇಂದಿಗೂ ಇರುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಜೀವಿಯ ಜನನ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಈ ಉತ್ತರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಹೊರತಾಗಿದೆ.

ಜೀವಿಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಮತ್ತೊಂದು ವಾದ "ಸ್ವಯಂ ಜನನ ವಾದ" (Theory of spontaneous generation). ಅಜೀವವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಿಗಳು ಸದಾ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತಿವೆ ಎನ್ನುವುದೇ ಈ ವಾದದ ತಿರುಳು. ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್, ಹಾರ್ವೆ, ಡೆಕಾರ್ಟೆ, ವಾನ್ ಹೆಲ್ಮಾಂಟ್ ಮತ್ತಿತರ ಮೇಧಾವಿಗಳು ಈ ವಾದವನ್ನು ದೃಢವಾಗಿ ನಂಬಿದ್ದರು. ಮಣ್ಣಿನಿಂದ ಹುಳುಗಳು, ಕೊಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಮಾಂಸದಿಂದ ನೊಣಗಳು ಮತ್ತು ಕಸಕಡ್ಡಿಗಳ ಗುಡ್ಡೆಯಿಂದ ಇಲಿಗಳು ಜನಿಸುವುವೆಂಬುದು ಇವರ ನಂಬಿಕೆಯಾಗಿತ್ತು. ೧೭ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಇಟಲಿ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ರೆಡಿ, ೧೮ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಾಲನ್ಜಾನಿ ಮತ್ತು ೧೯ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಲೂಯಿ ಪಾಶ್ಚರ್ ನಡೆಸಿದ ಕೆಲವು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಮತ್ತು ನಿರ್ಣಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ "ಸ್ವಯಂಜನನ" ವಾದಕ್ಕೆ ಭಾರಿ ಪೆಟ್ಟುಬಿತ್ತು. ಫ್ಲಾಸ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಮಾಂಸದ

ಸಾರನ್ನಿಟ್ಟು, ಧೂಳಿನ ಕಣ ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ ತೆಗೆದುಹಾಕಿದ ಶುದ್ಧ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಅದರೊಳಗೆ ಕಳುಹಿಸಿ ಅನೇಕ ದಿನ ಬಿಟ್ಟದ್ದು, ಮಾಂಸ ಕೆಡದೇ ಕ್ರಿಮಿರಹಿತವಾಗಿರುವುದನ್ನು ಲೂಯಿಪಾಶ್ಚರ್ ಖಚಿತಪಡಿಸಿದನು. ಜೀವಿಗಳು ಅಜೀವವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು ಅಸಂಭವ ಎಂದು ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸಾರಿದುವು. ಜೀವಿಗಳ ಜನನ ಜೀವಿಗಳಿಂದಲೇ ಸಾಧ್ಯವೆಂದರೂ, ಪ್ರಥಮತಃ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳ ಪ್ರವೇಶ ಹೇಗೆ ಆಯಿತು ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯಿತು. ಈ ಸಂಧಿಗ್ಧಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ರಷ್ಯಾದೇಶದ ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಎ. ಒಪಾರಿನ್ ಜೀವಮೂಲದ ವಿಷಯವಾಗಿ ತನ್ನ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು "The Origin of Life" ಎಂಬ ಹೆಸರಾಂತ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಿದನು. ತಾತ್ವಿಕ ಆವಶ್ಯಕತೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೀತಿ 'ಸ್ವಯಂಜನನವಾದ'ವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಳಹದಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದು ಅಗತ್ಯವೆಂದು ಒಪಾರಿನ್ ವಾದಿಸಿದನು. ಇದನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕೈಬಿಟ್ಟರೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ದ್ರವ್ಯವಾಸ್ತವತಾವಾದವನ್ನು ತ್ಯಜಿಸಬೇಕಾಗುವುದೆಂದು ಒಪಾರಿನ್ ಹೇಳಿದನು. ಅಜೀವವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಿಗಳ ಸ್ವಯಂಜನನ ಸಾಧ್ಯ; ಆದರೆ, ಇದು ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಎಂದೋ ನಡೆದ ಅಪರೂಪ ಘಟನೆ. **ಇಂದು** "ಸ್ವಯಂಜನನ" ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂಬ ಪಾಶ್ಚರನ ತೀರ್ಮಾನ ಸರಿಯಾದರೂ, **ಹಿಂದೆಂದೋ** ಈ ರೀತಿ ಜೀವಿಗಳು ಹುಟ್ಟಿರಲೇಬೇಕು. ಅದು ಅಂದಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತೆಂಬುದೇ ನಮ್ಮ ಮುಂದಿರುವ ಪ್ರಶ್ನೆ.

ಜೀವಜನನದ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿಚಾರಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ 'ಜೀವ' ಎಂದರೇನು ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಕೊಡಬೇಕು. ಜೀವಿಗಳು ಅತಿ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ ಆಗಿವೆ. ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು, ಪ್ರೋಟೀನು, ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಮೇದಸ್ಸು, ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳು, ವಿಟಮಿನ್ನುಗಳು ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಇರುವುವು. ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಪದಾರ್ಥವೂ ಜೀವಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ತನ್ನದೇ ಆದ ವಿಶೇಷ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿರುತ್ತೆ. ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಜಟಿಲ ಸಾವಯುವ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಪ್ರೋಟೀನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮಹತ್ತಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ತಾಳಿವೆ. ಇಂಗಾಲ, ಜಲಜನಕ, ಆಮ್ಲಜನಕ, ಸಾರಜನಕ, ಗಂಧಕ ಮುಂತಾದ ಮುಖ್ಯ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಂದ ರಚಿತವಾದ ಅಧಿಕ ಅಣುತೂಕದ ಸಾವಯುವ ವಸ್ತುವೇ ಪ್ರೋಟೀನು. ಪ್ರೋಟೀನಿನ ದೈತ್ಯಾಣು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳೆಂಬ ಸರಳ ಅಣುಗಳ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜಿತವಾಗಿರುವುದು ಇಪ್ಪತ್ತು ಬಗೆಯ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು. ಈ ಬೇರೆಬೇರೆ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ

ಅಣುಗಳು ನೂರಾರು ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿತವಾಗಿ, ಉದ್ದವಾದ ಸರಪಳಿಯ ರಚನೆಯುಳ್ಳ ' ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡು 'ಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ.

ಉದ್ದವಾದ ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳಲ್ಲಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಅಣುಗಳು ಒಟ್ಟು ನೂರಾರು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡು ವಿವಿಧ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು. ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಕ್ರಮಾನುಗತಿಯೇ (sequence) ಕಾರಣ.

ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬೀಜದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಯ ಸಂತಾನಾಭಿವೃದ್ಧಿಯಲ್ಲಿ ಭಾಗ ವಹಿಸುವ ಒಂದು ಬಗೆಯ ತಂತು ಆಕಾರದ ಕಾಯಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು " ವರ್ಣ ತಂತು " (chromosomes) ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ವರ್ಣತಂತುವಿನಲ್ಲಿರುವ, ಆನುವಂಶೀಯತ್ವಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಕಣಗಳೇ " ವಂಶವಾಹಿ " (genes)ಗಳು. ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಜೈವಿಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗಳಿಗೆ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಮೂಲಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ವಂಶವಾಹಿಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ದೊಡ್ಡ ಅಣುಗಳೆಂದು ಗುರ್ತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆನುವಂಶೀಯತೆಗೆ ಮೂಲಕಾರಣವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧ. ಡಿ ಆಕ್ಸಿ ರಿಬೋನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (DNA) ಮತ್ತು ರಿಬೋನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (RNA). ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ' ಕಟ್ಟಡ ' ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳೆಂಬ ಇಟ್ಟಿಗೆಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಿತವಾಗಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳಲ್ಲಿ ಫಾಸ್ಫಾರಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಸಕ್ಕರೆಗಳ ಅಣುಗಳು ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕದ ಸಾವಯವ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಜೈವಿಕಕ್ರಿಯೆಗಳ ವೇಗವನ್ನು ವರ್ಧಿಸುವ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು 'ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವ' ಎಂದು (enzymes) ಕರೆಯಬಹುದು. ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಧವಿಧದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು, ಅಂದರೆ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ನಿರಂತರವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಕಾರ್ಖಾನೆಗೆ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಪ್ಲಾನುಗಳು, ಸೂಚನೆಗಳು ಮತ್ತು ಅಚ್ಚುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಅಣುವೇ DNA. ಉತ್ಪಾದನಾಕಾರ್ಯವನ್ನು DNA ಅಣುಗಳು RNA ಅಣುಗಳ ಮೂಲಕ ಸಾಧಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದಿದೆ. DNA ರಚನೆಗೂ ಜೀವಿಯ ಆನುವಂಶೀಯತೆಗೂ ಇರುವ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅರ್ಥಪೂರ್ಣವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವುದು ಜೈವಿಕ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ.

ಜೀವಿಗಳ ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖ ಪಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳೇ ಜೀವಿಗಳ ಜೀವಾಳ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಜೀವಿಯ ಇಡೀ ಜೀವನದ ಆಗುಹೋಗುಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ DNA ಈ ನಿರ್ವಹಣೆಗಾಗಿ ಅಗತ್ಯವಾದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತದೆ. ಹಲವು

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಕಿಣ್ವಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ, ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಸಹಾಯಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಜೀವಿಯನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ ಅದು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಸಂಮಿಶ್ರಣವಾಗಿದೆ. ಜೀವಿ–ಅಜೀವಿಗಳ ಮಧ್ಯಂತರ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ವೈರಸ್ಸು ಸಹ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋ ಪ್ರೋಟೀನೆಂದು ಗುರ್ತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೇ ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಕಾರ್ನ್‌ಬರ್ಗ್ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ವೈರಸ್ಸನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿ, ಅಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಿಯ ಉದ್ಭವ ಸಾಧ್ಯವೆನ್ನುವುದನ್ನು ಖಚಿತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಜೀವಿಗಳು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ನಿಯಮಗಳಿಗೆ ಅಪವಾದವಲ್ಲ. ಅಣುಗಳ ರಚನೆ ಜಟಿಲವಾದ ಒಂದು ಹಂತಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗ, ಅವುಗಳು ಹೊಸ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿ 'ಜೀವಂತ'ವಾಗಬಹುದು. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಇದ್ದು, ಸಂದರ್ಭಗಳು ಅನುಕೂಲವಾಗಿದ್ದು, ಅವುಗಳ ಸುಸಂಘಟಿತ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ದಾರಿ ಸುಗಮವಾಗಿದ್ದರೆ ಜೀವದ ಜನನವೇಕೆ ಆಗಬಾರದು! ಈ ಜನನ ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯಿತು, ಯಾವ ಕ್ರಿಯಾ ಸಮೂಹಗಳಿಂದ ಇದರ ಹುಟ್ಟನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ, ಇವು ಈಗಿನ ಕೆಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು.

ಸುಮಾರು ಎರಡು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು, ಸಾವಯವ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳು, ಮುಂತಾದ ಸರಳ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಒಂದುಗೂಡಿ, ಜೀವವಸ್ತುಗಳ ತಿರುಳಾದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು, ಮೊದಲಾದವು ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ರೀತಿ ಹೇಗೆ? ಭೂಗ್ರಹ ಜನ್ಮತಾಳಿದಾಗ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಹಗುರವಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಶೇಖರಿಸಿ, ಕೇಂದ್ರ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಭಾರವಾದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡುವು. ಭೂಮಿಯು ಕ್ರಮೇಣ ತನ್ನ ಶಾಖವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡಿಕೊಂಡಾಗ, ಹಗುರ ಪರಮಾಣುಗಳಾದ ಇಂಗಾಲ, ಸಾರಜನಕ, ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳ ನಡುವೆ ಬಂಧವೇರ್ಪಟ್ಟ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾದವು. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಲೋಹದ ಕಾರ್ಬೈಡುಗಳು ನೀರಿನೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿ ಅಸಿಟಿಲೀನ್ (C_2H_2) ಮತ್ತು ಮೀಥೇನ್ (CH_4) ಹೈಡ್ರೋಕಾರ್ಬನ್ನುಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರಬೇಕು. ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಭೂಮಿಯ ವಾತವರಣದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿದ್ದ ಮೀಥೇನ್, ಜಲಜನಕ, ನೀರು ಮತ್ತು ಅಮೋನಿಯಾ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಯೋಜಿಸಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿರಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಸಿಡಿಲಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದಿಂದ ದೊರಕಿರಬೇಕು. ಪ್ರಾಚೀನ ಯುಗದಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರಬಹುದಾದ ಈ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಈಗ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಅದೇ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ನೇರವೇರಿಸಲು

ಸಾಧ್ಯವೇ? ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಟಾನ್ಲಿ ಮಿಲ್ಲರ್ (೧೯೫೩) ಮಾಡಿದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಸ್ಮರಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಗೋಳಾಕಾರದ ಫ್ಲಾಸ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಆವಿ, ಜಲಜನಕ, ಅಮೋನಿಯ ಮತ್ತು ಮೀಥೇನ್ ಅನಿಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಮೂಲಕ ಸುಮಾರು ೬೦,೦೦೦ ವೋಲ್ಟಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಸ್ರಾವವನ್ನು ಮಿಲ್ಲರ್ ಏಳು ದಿನಗಳಕಾಲ ಹಾಯಿಸಿದನು. ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಫಲಿತವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಮೆಟೋಗ್ರಾಫಿ ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಧಾನದಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅವಶ್ಯ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಪೈಕಿ ನಾಲ್ಕು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಈ ಚರಿತ್ರಾರ್ಹವಾದ ಪ್ರಯೋಗ 'ಸ್ವಯಂಜನನವಾದ'ವನ್ನು ಮತ್ತೆ ಸ್ಥಾಪನೆಮಾಡಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಮಿಲ್ಲರನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಮರಳಿನ (ಸಿಲಿಕ) ಪಾತ್ರ ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿಯಾಗಿತ್ತು. ಅನಿಲ ಮಿಶ್ರಣಗಳನ್ನು ಮರಳಿನೊಡನೆ ಕಾಯಿಸಿದಾಗ, ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಉಂಟಾದುವು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಮರಳು ವೇಗವರ್ಧಕವಾಗಿರಬಹುದೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಸಹಜ. ಪ್ರಾಚೀನ ಯುಗದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಜೀವದ ಜನನ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಮರಳು ವೇಗವರ್ಧಕವಾಗಿರಬಹುದೆಂಬ ಊಹೆಗೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ಬೆಂಬಲವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಾದ ಪ್ಯೂರೀನುಗಳು, ಪಿರಮಿಡೀನುಗಳು ಮತ್ತು ಪಾರ್ಫರೀನುಗಳನ್ನು ಜಯಪ್ರದವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಎರಡು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದಂತಹ ಸರಳ ಅಣುಗಳು ಸಮ್ಮಿಳನವಾಗಿ ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳು ಉಂಟಾದ ರೀತಿ ಯಾವುದು? ಜೀವಿಗಳ ಅತಿಮುಖ್ಯ ಘಟಕವಾದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಉಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಮೊದಲು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹೆಣೆದುಕೊಂಡು ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳಾಗಬೇಕು. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಮಳೆ ನೀರಿನಿಂದ ಕೊಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿ, ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಜಲೀಯ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಉತ್ಪನ್ನಮಾಡಿತು. ಆದರೆ ನೀರಿನ ಸಮಕ್ಷಮದಲ್ಲಿ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಜೊತೆಗೂಡಿ ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ (A) + ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ (B) $\rightleftarrows$ H_2O + ಪೆಪ್ಟೈಡು

ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಸಫಲವಾಗಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಜರುಗಿದ ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ನೀರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಹಿಮ್ಮರಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನ ತಾಪಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆ

ತಾಪದಲ್ಲಿ, ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಾಪಗಳಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯು ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ (ಸಮೀಕರಣದಲ್ಲಿರುವಂತೆ) ಹೋಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ತಾಪದಲ್ಲಿ ನೀರು ಹಬೆಯಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವುದರಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆ ಎಡದಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ, ಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತವೆ.

ಸಾಕಷ್ಟು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹೆಣಿಗೆಯಾದಕೂಡಲೇ, ಪ್ರೋಟೀನ್ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ 'ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡ್' (proteinoids) ಎಂಬ ಘಾರಾಣು ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ಅಮೆರಿಕೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ|| ಫಾಕ್ಸ್ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈಗಾಗಲೇ ಸೂಚಿಸಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ವಸ್ತುವಿನ ಶೇ|| ೪೦ ಭಾಗ ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಅವಶ್ಯ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಈ ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡುಗಳು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಂತೆ ಇವೂ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ವೇಗವರ್ಧಕಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಪೆಪ್ಟೈಡುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವ ಉಷ್ಣಕ್ರಿಯೆಗಳು ಜೀವಮೂಲ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳ ಜನನವನ್ನು ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ.

ಸಮಕಾಲೀನ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಕ್ರಮಾನುಗತಿ (sequence) ಯನ್ನು ವಂಶವಾಹಿಗಳು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವುದು ಸರಿಯಷ್ಟೆ. ಜೀವದ ಜನನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಇನ್ನೂ ರಚಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಂದು ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯು ಉಂಟಾದದ್ದು ಹೇಗೆ? ಡಾ|| ಫಾಕ್ಸ್ ನಡೆಸಿದ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಗೂ (composition), ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡುಗಳ ಸಂಯೋಜನೆಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದು ಕ್ರೋಮೆಟೋಗ್ರಾಫಿಯ ವಿಶ್ಲೇಷಣದಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ. ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಅಲ್ಟ್ರಾ ಸೆಂಟ್ರಿಫ್ಯೂಜಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಈ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಜೀವಕೋಶದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಹೋಲುವುವೆಂಬ ಗಮನಾರ್ಹ ಅಂಶವನ್ನು ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಹೊರಗೆಡಹಿದ್ದಾರೆ. ಹೀಗೆ ವಂಶವಾಹಿಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇ, ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಸೂಕ್ತಅನುಕ್ರಮ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಹೊಂದಬಹುದು ಎಂಬುದು ಖಚಿತವಾಯಿತು. ಇದೇ ರೀತಿ ಜೀವದ ಜನನಕಾಲದಲ್ಲೂ, ವಂಶವಾಹಿ ಇಲ್ಲದೆಯೇ ಅದರ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಮಿಶ್ರಣವೇ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ರೀತಿ ಮಾಡಿರಬೇಕೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಇತ್ತೀಚಿನ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು

ವಿವರಿಸೋಣ. ಉಷ್ಣೀಯ ಪ್ರೋಟಿನಾಯ್ಡುಗಳನ್ನು ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ವಂಶವಾಹಿಯ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೇ, ಸ್ವಯಂ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಹೋಲುವ ಕಾಯಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕಾಯಗಳು ಜೀವಕೋಶಗಳಂತೆ ಇದ್ದು ಅವುಗಳ ಅನೇಕ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ನೀರಿಗೆ ಬೆರೆಸಿದಾಗ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗೋಳಗಳುಂಟಾಗಿ, ಇವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಂತೆ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಹೀರಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಸೂಕ್ತ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಅವು ಜೀವ ಕೋಶಗಳಂತೆ ಇಬ್ಭಾಗವಾಗಿ ಒಡೆದು, ತಮ್ಮಂತೆಯೇ ಇರುವ ಎರಡೆರಡು ಗೋಳಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ!

ಭಾರಾಣುಗಳ ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಜೀವಕೋಶವಾಗುವ ರೀತಿ ಯನ್ನು ಒಪಾರಿನ್ ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬಿಡಿ ಅಣುಗಳಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವಲ್ಲದ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವಷ್ಟು ದೊಡ್ಡವಲ್ಲದ ಕಣಗಳಿರುತ್ತವೆ. ತಮ್ಮ ಮಧ್ಯಂತರ ಗಾತ್ರಗಳಿಂದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಈ ಕಣ ಗಳನ್ನು "ಕಲಾಯ್ಡುಗಳು" ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಭಾರಾಣು ಗಳು ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವು. ಇವು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ವಿಲೀನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ವಿಲೀನವಾಗದೆಯೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಮಧ್ಯಂತರ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು 'ಕಲಾಯ್ಡ' ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ, ಭಾರಾಣುಗಳು ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ 'ವ್ಯವಸ್ಥಿತ ತೊಟ್ಟು' (ಕಲಾಯ್ಡಲ್ ಕೋಎಸರ್ವೇಟುಗಳು) ಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕಲಾಯ್ಡಲ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ತೊಟ್ಟುಗಳು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ಸಾವಯವ ಅಣುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ತೊಟ್ಟುಗಳು ಸ್ಪರ್ಧೆಯಲ್ಲಿ ಇತರ ತೊಟ್ಟು ಗಳಿಗಿಂತ ಮುಂದಾಗಿ, ತಮ್ಮ ಸೂಕ್ತಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದಾಗಲಿ, ಅಥವಾ ಆಂತರಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅನುಕೂಲದಿಂದಾಗಲಿ, ಮೇಲುಗೈ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಇವು ಒಂದು ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪಿದಾಗ ವಿಭಜನೆಯಾಗಿ ಜೀವಕೋಶಗಳಂತೆ ಹೊಸ ತೊಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ. ಕಲಾಯ್ಡಲ್ ತೊಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲು ಒಪಾರಿನ್ನರು **ಜೀವಕೋಶಗಳಿಂದ** ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಭಾರಾಣು ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಜೀವಗಳಿಂದ ಬಂದ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಳಸಿರುವುದರಿಂದ, ನಿರ್ಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಒಪಾರಿನ್ನರು ಕೊಟ್ಟ ಕ್ರಿಯಾ ಪಥವು ಅಷ್ಟು ಸಮರ್ಪಕವಲ್ಲ.

ನಿರವಯುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಸಾವಯುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಾಗಿ, ಅನಂತರ ಜೈವಿಕ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಬೆಳೆದುಬರುವ ಕಾಲಪ್ರಮಾಣ ಅಗಾಧವಾದುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಅಸಂಭವವೆಂದು ಕಾಣಬರುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಎರಡು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷ ಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ, ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುವು. ಖ್ಯಾತ ಜೀವರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಜಾರ್ಜ್ ವಾಲ್ಡ್ ಹೇಳಿರುವಂತೆ "ಕಾಲವೇ ಜೀವಸೃಷ್ಟಿಯ ನಾಟಕದ ನಾಯಕ."

ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗದೇ ಇರುವುದು ಅಸಂಭವವೆಂದು ನಾವು ಆಕ್ಷೇಪಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು "ನಾಶ"ಪಡಿಸುವ ಆಮ್ಲಜನಕವಾಗಲೀ, ಕೊಳೆಯುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಾಗಲೀ, ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಜನನ ಸಂದರ್ಭ ದಲ್ಲಿ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಸಸ್ಯಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮುಂಚೆ ವಾತಾವರಣ ದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕವಿರಲಿಲ್ಲವೆಂದು ಭೂಗರ್ಭಶಾಸ್ತ್ರದ ಆಧಾರದಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿದೆ. ಫೆರಸ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಗಾಳಿಯ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಬಹು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಫೆರಿಕ್ ಸಂಯುುಕ್ತಗಳಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ವಾಗುವುದು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿರ ಪರಿಚಿತ ಕ್ರಿಯೆ. ಆದರೂ, ಪ್ರಾಚೀನ ಜೀವಿಯುಗದ (Pre Cambrian), ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಮೊತ್ತಮೊದಲಿನ ಪಳೆಯುಳಿಕೆ (fossils) ಗಳಿಗೂ ಹಿಂದಿನ, ಕೆಲವು ಕಲ್ಲುಗುಡ್ಡಗಳಲ್ಲಿ ಫೆರಸ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ದೊರಕಿವೆ. ಇದರಿಂದ, ಜೀವದ ಜನನಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕವಿರಲಿಲ್ಲವೆನ್ನುವುದು ಖಚಿತ ವಾಯಿತು.

ಸಾಗರದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದ ಪ್ರಥಮ ಜೀವಿಗೆ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಿದ್ದ ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಆಹಾರವಾಗಿರಬೇಕು. ಇದನ್ನು ಸೇವಿಸಿ ಬೆಳೆದು, ಅದು ತನ್ನಂತಿರುವ ಇತರ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿರಬೇಕು. ಜೀವಿಗಳ ಬದುಕಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿಯು ಸಾಗರದಲ್ಲಿದ್ದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಹುದುಗುವಿಕೆಯಿಂದ (fermentation) ಬಂದಿರಬಹುದು. ಆಮ್ಲಜನಕರಹಿತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ, ಜೀವಿ ಗಳು ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಹುದುಗುವಿಕೆಯ ಆಸರೆಯನ್ನೇ ಪಡೆದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಅಗಾಧ ಕಾಲ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಮುಗಿದುಹೋಗಿ, ಜೀವಿಯು ತನ್ನ ಅವ್ಯಾಹತ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಹೊಸ ಶಕ್ತಿಮೂಲಗಳನ್ನು ಹುಡುಕಬೇಕಾದ ಪ್ರಸಂಗ ಬಂದಿರಬಹುದು. ಇದಲ್ಲದೆ, ಹುದುಗುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಲ್ಯಾಕ್ಟಿಕ್, ಅಸಿಟಿಕ್, ಫಾರ್ಮಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಗೊಂಡು ಜೀವಿ ಗಳಿಗೆ ವಿಷವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಷಮ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿಂದ ಪಾರಾಗ ಬೇಕಾದರೆ ಹುದುಗುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನು ಆಹಾರಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದೊಂದೇ, ಜೀವಿಗಳಿಗಿದ್ದ ದಾರಿ. ಕಾಲ ಕ್ರಮೇಣ ಪರಿಸರದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಆನುವಂಶಿ ಕತೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿಕೊಂಡುವು. ಡಾರ್ವಿನ್ನನ "ಪ್ರಕೃತಿಯ ಆಯ್ಕೆ" (Natural selection) ಯಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ, ಪರಿಸರಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳ ಲಾಗದ ಜೀವಿಗಳು ಅಳಿದು, ಈ ಸೆಣಸಾಟದಲ್ಲಿ ಜಯಗಳಿಸಿದ ಜೀವಿಗಳು ಮಾತ್ರ ತಮ್ಮ ಪೀಳಿಗೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡುವು. ಈ ಜೀವಿಗಳು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು "ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ" (photosynthesis) ದಲ್ಲಿ

ಭಾಗವಹಿಸಿ ತಮ್ಮ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾವೇ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುವು. ನೀರು, CO_2 ಮತ್ತು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ, ಇವು ಶಕ್ತಿಯ ಮೂಲಗಳಾದ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟುಗಳನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಆರಂಭಿಸಿದುವು. ಇವಲ್ಲದೆ, ಜೀವಿಗಳು ಅಮೋನಿಯಾ ಮತ್ತು ಇತರ ಸಾರಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ತಮ್ಮ ಜೀವನದ ಆವಶ್ಯಕತೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲ ಸಾವಯುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಒಂದು ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಘಟ್ಟವನ್ನು ಸೇರಿದುವು. ಸಸ್ಯವರ್ಗ ಹುಟ್ಟಿದ್ದು ಹೀಗೆ.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಿಂದ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಉಪಕಾರವಾಯಿತು. ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ನೇರಳಾತೀತ ಬೆಳಕು (ultraviolet light) ಅಪಾಯಕರ. ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಆಮ್ಲಜನಕ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ ಓಜೋನ್ (O_3) ಆಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ನೇರಳಾತೀತ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಿತು. ಮಾರಕವಾದ ನೇರಳಾತೀತ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಇದುವರೆಗೆ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅವಿತುಕೊಂಡಿದ್ದ ಜೀವಿ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಸಿಕ್ಕು, ಅವು ನೀರಿನಿಂದಾಚೆಗೆ ತಲೆ ಹಾಕಿದುವು. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಪಸರಿಸುವ ಅವಕಾಶ ದೊರಕಿದ ಕೂಡಲೇ, ಜೀವಿಗಳು ತಮ್ಮ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ವಿಕಾಸದೆಡೆಗೆ ಮುಂದುವರಿದುವು.

ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತೊಂದು ಶಕ್ತಿಮೂಲವನ್ನು ಹುಡುಕಿಕೊಟ್ಟಿತು. ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ದ್ಯುತಿಸಂಶ್ಲೇಷಣದಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಜೀವಿಗಳು ಉಸಿರಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಆರಂಭಿಸಿದುವು. ಉಸಿರಾಟದಿಂದ (respiration) ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸುವ ಹೊಸ ಪೀಳಿಗೆಯೊಂದು ಜನಿಸಿತು. ಇವು ತಮ್ಮಲ್ಲಿರುವ ಸಾವಯುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯ ತಾಪದಲ್ಲಿಯೇ ದಹಿಸಿ (combustion), ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದುವು. ಹುದುಗುವಿಕೆಗಿಂತ ದಹ್ಯಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೆಚ್ಚು ಫಲಕಾರಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಹುದುಗಿ CO_2 ಮತ್ತು ಆಲ್ಕೋಹಾಲನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ, ಸುಮಾರು ೧೦೦ ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅದೇ, ಉಸಿರಾಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗ್ರಾಂ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಆಮ್ಲಜನಕದೊಡನೆ ವರ್ತಿಸಿ CO_2 ಮತ್ತು ನೀರನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ, ಸುಮಾರು ೪೦೦೦ ಕ್ಯಾಲೊರಿ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಫಲಕಾರಿಯಾದ ಶಕ್ತಿಮೂಲ ದೊರಕಿದುದು ಜೀವಿಗಳ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಮತ್ತು ಶೀಘ್ರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ನಾಂದಿಯಾಯಿತು. ಜೀವಿಗಳ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಇದೊಂದು ಪರ್ವಕಾಲ.

ಎರಡು ಶತಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹಿಂದೆ ನೀರಿನ ಆವಿ, ಮೀಥೇನ್,

ಅಮೋನಿಯ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕದ ಅಣುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಸಂಯೋಜನೆಯಿಂದ ಜೀವದ ಉದ್ಭವವಾಯಿತು. ಆದರೆ ಈಗಲೂ, ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ಕಾಣದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳ ಜನನ ಈ ರೀತಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರಬಹುದೇ? ಇದನ್ನು ಖಚಿತವಾಗಿ ಹೇಳುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಒಂದೆಡೆ ಸಂಗ್ರಹವಾದಕೂಡಲೇ ಅದನ್ನು ತಿಂದು ಹಾಕಿಬಿಡುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ ಈಗಿನ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸ್ವಯಂಜನನ ಅಸಂಭವ. ಆದರೆ ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಸಂಧರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ, ಪ್ರೋಟೀನ್–ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಸಂಕೀರ್ಣವಾದ ಜೀವಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ನಡೆಸಿದ ಕ್ರಿಯಾಹಂತಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಬೇರೆ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲೂ ಜೀವದ ಹುಟ್ಟು ಕಾಲಾನುಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವೇ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಬಹುದು. ಇತರ ಗ್ರಹಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ಯಾವ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಜೀವದ ಸೃಷ್ಟಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿವೆಯೆನ್ನುವುದನ್ನು ಈ ಅಧ್ಯಯನ ತಿಳಿಸೀತು. ಹೀಗೆ ಜೀವದ ಮೂಲಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಇತಿಹಾಸದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲ್ಲದೇ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪ್ರಗತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಚೋದನೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ. ಪುರಾತನ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಿಗಳ ಜನನದ ನಿಗೂಢ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಭೇದಿಸುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಎರಡು ಪಥದಲ್ಲಿ ಸಾಗಿವೆ. ಕೋಟ್ಯಂತರ ವರ್ಷಗಳ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಇದ್ದ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಲ್ಪಿಸಿ ಜೀವಕಣಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಒಂದು ಮಾರ್ಗ, ಜೀವದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಗುರ್ತಿಸುವುದು ಮತ್ತೊಂದು ಮಾರ್ಗ. ಈ ಎರಡೂ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿದಾಗ, ಜೀವ ಜನನಸಮಸ್ಯೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟಜ್ಞಾನ ನಮಗೆ ಫಲಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ.

ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು ಮತ್ತು ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳು

ಹಿಂದೆ, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಅವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, ಕೆಲವು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಅರಗು (shellac), ಶಿಲಾರಾಳ (amber) ಮತ್ತು ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಮರದಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿದ್ದ ರಬ್ಬರ್. ಈಗ ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳ ಬದಲಾಗಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ತಯಾರಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಬಳಕೆ ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ಸಾವಯವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಣ್ಣ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸೇರಿ ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳಾಗಿ ಹೆಣೆಯಲ್ಪಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ನಾನಾ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವುದು ಹೀಗೆ. ಈ ಅಣುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು "ಪಾಲಿಮರೈಸೇಷ್ರ" (polymerisation) ಎಂಬುದಾಗಿ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯುಂಟು. ಒಂದು ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ, ಒಂದೇ ತರಹ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳಾಗುತ್ತವೆ (Addition polymerisation). ಇನ್ನೊಂದು ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ತರಹ ಅಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸೇರಿಕೊಂಡು ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ (Condensation polymerisation). ಈ ವಿಧಾನಗಳು ವೇಗವರ್ಧಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಅಣುಗಳ ಕೂಡುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಣ್ಣ ಅಣುಗಳು ಸರದೋಪಾದಿಯಲ್ಲೂ, ಇನ್ನು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಈ ಸರಗಳು ಅಡ್ಡಡ್ಡಲಾಗಿಯೂ (cross linked) ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು.

ಈ ರೀತಿ ನಾನಾ ಬಗೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಲಕ್ಷಣಗಳುಂಟಾಗುವುದರಿಂದ, ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಉಪಯೋಗವು ಬೆಳೆದಿದೆ. ಬಣ್ಣವಿಲ್ಲದ ಗಾಜಿನಿಂದ ವಿಧವಿಧವಾದ ಬಣ್ಣದ ಗಾಜುಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ಪಡೆಯಬಹುದೋ ಅದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಬಣ್ಣದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನೂ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳೇ.

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಚರಿತ್ರೆ

ಹಿಂದೆ ಬಿಲಿಯರ್ಡ್ ಚೆಂಡುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ದಂತವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ೧೮೬೩ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಕಂಪೆನಿಯವರು, ಇದರ ಬದಲು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ಒಂದು ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಯಾರಾದರೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ, ಅವರಿಗೆ ೧೦,೦೦೦ ಡಾಲರ್‌ಗಳ ಬಹುಮಾನ ನೀಡುತ್ತೇವೆಂದು ಪತ್ರಿಕಾ ಪ್ರಕಟನೆ ಹೊರಡಿಸಿದರು. ಈ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದವರ ಪೈಕಿ ಕಮ್ಮಾರನ ಮಗನಾಗಿದ್ದ ಜಾನ್ ವೆಸ್ಲಿಹ್ಯಾಟ್ ಎಂಬುವನೂ ಒಬ್ಬ. ಮುದ್ರಣಾಲಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಹದಿನಾರು ವರ್ಷದ ಈ ಯುವಕನು ಅಚ್ಚುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹರಿತವಾದ ಅಚ್ಚುಗಳಿಂದ ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಕೈ ಕುಯ್ದುಕೊಂಡನು. ಇದರಿಂದ ಗಾಯಗೊಂಡ ವೆಸ್ಲಿ ಹ್ಯಾಟನು ಕಲೋಡಿಯನ್ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಸವರಿ ಆ ಗಾಯವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿಕೊಂಡನು.

"ಕಲೋಡಿಯನ್" ಎಂಬುದು, ನೈಟ್ರೋಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಪುಡಿಯನ್ನು ಮದ್ಯಸಾರ ಮತ್ತು ಈಥರ್ ದ್ರಾವಣಗಳ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿದಾಗ ಬರುವ ಪಾಕದಂತಿರುವ ದ್ರವ. ಇದನ್ನು ಕೈ ಬೆರಳಿಗೆ ಹಚ್ಚಿದಾಗ ಈಥರ್ ಮತ್ತು ಮದ್ಯಸಾರಗಳು ಆವಿಯಾಗಿ ಹೋಗಿ, ನೈಟ್ರೋಸೆಲ್ಯುಲೋಸಿನ ಹಗುರವಾದ ಪೊರೆ ಮಾತ್ರ ಆ ಗಾಯವನ್ನು ಮುಚ್ಚಿತು. ಇದರಿಂದ ಅವನ ಗಾಯವು ಗುಣವಾಯಿತು. ಇದಲ್ಲದೆ, ವೆಸ್ಲಿ ಹ್ಯಾಟನು ಕಲೋಡಿಯನ್ ತುಂಬಿದ ಸೀಸೆಯು ತಳಕೆಳಗಾಗಿದ್ದಾಗ ಆ ಸೀಸೆಯ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿದ್ದ ಒಂದು ಒಣಗಿದ ಪೊರೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಅದನ್ನು ದಂತದ ಬದಲಾಗಿ ಬಿಲಿಯರ್ಡ್ ಚೆಂಡುಗಳಲ್ಲಿ ಏತಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಾರದು ಎಂದು ಯೋಚಿಸಿದನು. ಕೃತಕ ದಂತ ತಯಾರಿಸಿ ಬಹುಮಾನ ಗಳಿಸದಿದ್ದರೂ ಅವನ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲನೆಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ತಯಾರಾಯಿತು.

ನೈಟ್ರೋಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಮತ್ತು ಕರ್ಪೂರದ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಮದ್ಯಸಾರದಲ್ಲಿ ಕರಗಿಸಿ, ಅನಂತರ ಮದ್ಯಸಾರವನ್ನು ಇಂಗಿಸಿ ತೆಗೆದುಬಿಟ್ಟರೆ ಒಂದು ಜೆಲ್ಲಿಯಾಕಾರದ ಪದಾರ್ಥ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ, ಅದು ತಕ್ಷಣವೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವುದು. ವೆಸ್ಲಿ ಹ್ಯಾಟನು ಹೀಗೆ ತಯಾರಿಸಿದ ಮೊದಲನೆಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕಿಗೆ ಸೆಲ್ಯುಲಾಯ್ಡ್ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂತು. ಇದಕ್ಕೆ ಬೆಂಕಿ ತಗುಲಿದಾಗ ಕರ್ಪೂರದ ವಾಸನೆಯಿಂದ ಉರಿಯುತ್ತಿತ್ತು. ಇದನ್ನು ಬೊಂಬೆಗಳು, ಬಾಚಣಿಗೆ, ತಟ್ಟೆಗಳು ಮುಂತಾದವುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ೧೯೦೧ ರಲ್ಲಿ ಡಾ. ಆಟೋರೋಮ್ ಎಂಬ ಜರ್ಮನ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು "ಅಕ್ರಿಲಿಕ್" ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ತಳಹದಿ ಹಾಕಿದನು. ೧೯೩೪ ರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇದನ್ನು ಗಾಜನ್ನು ಅಂಟಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಬಳಸಿದರು. ೧೯೩೬

ರಲ್ಲಿ "ಪ್ಲೆಕ್ಸಿಗ್ಲಾಸ್" ಎಂಬ ಗಾಜನ್ನು ಹೋಲುವ ಒಂದು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು ತಯಾರಾಯಿತು. ಇದನ್ನು ವಿಮಾನಗಳ ಕಿಟಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದರು.

೧೯೨೨ ರಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಬಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಫರ್ಫ್ಯೂರಾಲ್ (Furfural) ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರು. ಫರ್ಫ್ಯೂರಾಲನ್ನು ಹತ್ತಿ ಬೀಜದಿಂದಲೂ, ಓಟ್ಸ್ (Oats) ಬೀಜದ ಹೊಟ್ಟಿನಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ವಿಂಗಡಿಕೆ

ನಾನಾ ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮೂಲ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಪೈಕಿ "ಥರ್ಮೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು" (Thermoplastics) ಎಂಬುವೂ, "ಥರ್ಮೋಸೆಟ್ಟಿಂಗ್" ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು ಎಂಬುವೂ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಎಲ್ಲಾ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನೂ ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಿಗೇ ಸೇರಿಸಬಹುದು.

ಕೆಲವು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಮೆತ್ತಗಾಗಿ, ತಣ್ಣಗಾದಮೇಲೆ ಯಾವ ರೂಪವನ್ನಾದರೂ ಪಡೆಯಬಲ್ಲವು. ಅವೇ ಥರ್ಮೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು. "ಅಕ್ರಿಲಿಕ್" ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು. ಇವನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ಗಾಳಿ, ನೀರು, ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್‌ಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಮತ್ತೊಂದು ಹೆಸರು "ಮೀಥೈಲ್ ಮಿಥಾಕ್ರಿಲೇಟ್" (Methyl Methacrylate). ಇವು ಗಾಜಿನಂತೆ ಪಾರದರ್ಶಕ. ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟು ಸಲ ಕಾಯಿಸಿ ತಣ್ಣಗೆಮಾಡಿದರೂ, ತಮ್ಮ ಮುಂಚಿನ ಆಕೃತಿಯನ್ನೂ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದೆ ಮುಂಚೆ ಇದ್ದ ರೂಪವನ್ನೇ ತಾಳುತ್ತವೆ. ಈ ಲಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ಜೋಡಣೆಯೇ ಕಾರಣ. ಕೃತಕವಾದ ಕಣ್ಣುಗಳು, ಬಣ್ಣದ ಗಾಜುಗಳು, ವಿಮಾನದ ಕಿಟಕಿಗಳು, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ವಿಶೇಷ ಬಳಕೆಯುಂಟು. ಸೆಲ್ಯುಲಾಯ್ಡನ್ನೂ ಥರ್ಮೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು.

ಡಾ. ಬೇಕ್‌ಲೆಂಡ್ ತಯಾರಿಸಿದ ಬೇಕಲೈಟು, ಯೂರಿಯಾ ಮತ್ತು ಫಾರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು, ಎರಡೂ "ಥರ್ಮೋ ಸೆಟ್ಟಿಂಗ್" (Thermosetting) ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು. ಇವನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದಾಗ ಆಕಾರ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪುನಃ ಹಿಂದಿದ್ದ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಎಂದಿಗೂ ಪಡೆಯಲಾರವು. ಅಮೋನಿಯಾ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿ ಯೂರಿಯ ಎಂಬ ಬೆಳ್ಳಗಿರುವ ಪುಡಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಫಾರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡಿನ ಜೊತೆಗೆ ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಬೆಳ್ಳಗಿರುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಇಂಗಾಲಜಲಜನಕ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಫ್ಲೋರೀನ್ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಪಲ್ಲಟಿಸಿದರೆ "ಫ್ಲೋರೋಕಾರ್ಬನ್"ಗಳು ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಪಾಲಿಮರೈಸೇಷನಿಂದ ಹಾಲಿನಂತೆ ಬೆಳ್ಳಗಿರುವ ಮತ್ತು ಗಟ್ಟಿಯಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ "ಟೆಫ್ಲಾನ್" (Polytetrafluoroethylene) ಎಂಬುದು. ಇದನ್ನು ಎಷ್ಟು ಉಷ್ಣತೆಗೆ ಕಾಯಿಸಿದರೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇನೂ ಆಗಲಾರದು. ಟೆಫ್ಲಾನ್ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸದಿರುವುದರಿಂದ, ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಜನಕ ಕೇಂದ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ. ಟೆಫ್ಲಾನ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಫ್ಲೋರೋಕಾರ್ಬನ್‌ಗಳಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಎಣ್ಣೆಗಳನ್ನೂ, ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನೂ, ದ್ರಾವಕಗಳನ್ನೂ, ನೂಲುಗಳನ್ನೂ, ರಬ್ಬರನ್ನು ಹೋಲುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ರಕ್ಷಣೆಕೊಡುವ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪದರಗಳು

ಕೆಲವು ಲೋಹಗಳಿಂದ ಮಾಡಿದ ಉಪಕರಣಗಳು ತುಕ್ಕುಹಿಡಿಯದೆ ರಕ್ಷಿಸಲ್ಪಡಬೇಕಾದರೆ, ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪದರಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದು ಈಗಿನ ವಾಡಿಕೆ. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಲೋಹಗಳ ಪದರವನ್ನು ಹೇಗೆ ಕೊಡಬಹುದೋ (Electroplating) ಅದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ಪದರಗಳನ್ನೂ ಲೋಹಗಳಮೇಲೆ ಕೊಡಬಹುದು. ಈಗ ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕೆಲವು ವಾರ್ನೀಸುಗಳನ್ನೂ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನೂ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಂಟುಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ರೋಸಿನ್ನನ್ನೇ ಪದರಕೊಡುವುದಕ್ಕೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಈಜಿಪ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಹಿಂದೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ಅಂಟು ಪದಾರ್ಥಗಳೇ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದವು. ಈ ಅಂಟು ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ನಾನಾ ಬಗೆಯುಂಟು. ಫೀನಾಲ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಬೇಕಲೈಟು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಇದನ್ನು ಫೀನಾಲಿಕ್‌ರೆಸಿನ್ ಅನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪಾಲಿಬೇಸಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು, ಮೇದಸ್ಸಿನ ಆಮ್ಲಗಳು ಮತ್ತು ಪಾಲಿಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಲ್ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಆಲ್ಕೈಡು ಅಂಟುಗಳನ್ನು (Alkyd resins) ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ನಾರಗಸೆ ಎಣ್ಣೆ (Linscedoil), ಹರಳೆಣ್ಣೆ, ಹತ್ತಿಬೀಜದ ಎಣ್ಣೆ, ಮೀನಿನ ಎಣ್ಣೆಗಳನ್ನೂ, ಗ್ಲಿಸರೀನನ್ನೂ, ಥಾಲಿಕ್ ಅನ್‌ಹೈಡ್ರೈಡ್ (Phthalic anhydride) ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿ ಕಾಯಿಸುವುದರಿಂದ ಈ ಅಂಟುಗಳನ್ನುತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ "ಗ್ಲಿಪ್ಟಾಲ್ ಅಂಟುಗಳು" (Glyptol resins) ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಈ ಅಂಟುಗಳನ್ನು "ಎನಾಮೆಲ್" ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸಿನಿಂದ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ನೈಟ್ರೇಟ್, ಅಸಿಟೇಟ್, ಕ್ಸಾಂಥೇಟ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಅವುಗಳಿಂದ ಪದರಕೊಡುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಅಂಟುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ಅಡ್ಡಲಾಗಿ ಹೆಣೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ವಸ್ತುಗಳು "ಥರ್ಮೋಸೆಟ್ಟಿಂಗ್" ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ತರಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮೆತ್ತಗೆಮಾಡಿ ಎರಕ ಹುಯ್ಯಬಹುದು. ಅವುಗಳ ಆಕೃತಿ ಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ ಮುಂಚೆ ಇದ್ದ ಆಕಾರಕ್ಕೆ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಬೇಕ ಲೈಟು ಇದಕ್ಕೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಉದಾಹರಣೆ.

ಥರ್ಮೋಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟುಸಲ ಕಾಯಿಸಿ ತಣ್ಣಗೆ ಮಾಡಿದರೂ ಮುಂಚೆ ಇದ್ದ ಆಕಾರಕ್ಕೆ ತರಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಕಂಬಿ, ಹಲ್ಲೆ, ಪುಡಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. "ಲ್ಯೂಸೈಟ್" ಮತ್ತು ಪ್ಲೆಕ್ಸಿಗಾಜುಗಳು ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿವೆ.

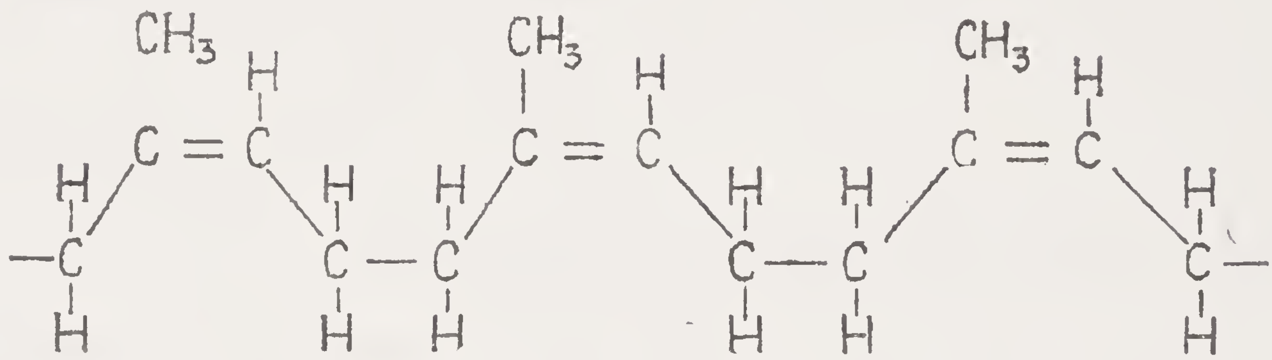
ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಜೊತೆಗೆ ಸೇರಿಸುವ ಬೆರಕೆ ವಸ್ತುಗಳು

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಭರ್ತಿಮಾಡಿ (fillers) ಅವುಗಳ ತೂಕವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತಾರೆ; ಇತರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ದೃಢವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಮೃದು ಚಾಲಕಗಳನ್ನೂ (mild lubricants) ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ಸೇರಿಸುವುದುಂಟು. ಭರ್ತಿಮಾಡುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಮರದ ಪುಡಿ, ಕಲ್ನಾರು, ಅಮೃತಶಿಲೆಯ ಪುಡಿ, ಅಭ್ರಕ, ಬಿರಟೆಯ ಪುಡಿ ಇವುಗಳು ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಬಿಗಿ ಕೊಡುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, ಹತ್ತಿಯ ನೂಲು, ಗಾಜಿನ ನೂಲು, ಕಲ್ನಾರು. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದರಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿಳಿಯದ ಸ್ವಭಾವವೂ, ಬೇಗನೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದದಿರುವ ಲಕ್ಷಣವೂ ಬರುತ್ತವೆ. ಆ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಕಲ್ನಾರು, ಗ್ರಾಫೈಟು, ಬೆಣಚುಕಲ್ಲು, ಲೋಹಗಳ ಪುಡಿ, ಇತ್ಯಾದಿ.

ಈ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಜೊತೆಗೆ ನೋಡುವುದಕ್ಕೆ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾಗಿರುವಂತೆ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳಾವುವೆಂದರೆ ಬಣ್ಣಗಳು, ಸತುವಿನ ಸಲ್ಫೈಡು (ZnS). ಇವಲ್ಲದೆ ಲಿಥೋಪೋನ್ ಎಂಬ ಬಿಳಿಯ ಬಣ್ಣವನ್ನೂ ಲೋಹ ಗಳ ಆಕ್ಸೈಡುಗಳು ಮತ್ತು ಸಾವಯವ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಇವಲ್ಲದೆ, ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಾಪಾಡಿಕೊಂಡಿರುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ.

ರಬ್ಬರ್—ನೈಸರ್ಗಿಕ ಮತ್ತು ಕೃತಕ

ರಬ್ಬರನ್ನು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಮರದ ಕಾಂಡದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ 'ಲ್ಯಾಟಿಕ್ಸ್' ಎಂಬ ಹಾಲಿನಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಹಾಲು ಗೋಂದಿನಂತೆ ಅಂಟು ಸ್ವಭಾವವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿಯೂ ಹಾಲಿನಂತೆ ಬೆಳ್ಳಗೂ ಇದೆ. ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ರಬ್ಬರ್‌ನ ತಯಾರಿಕೆಯ ಬೆಲೆಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ರಬ್ಬರ್ ತನ್ನ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದಲೂ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದು, ಈಗ ಅನೇಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ರಬ್ಬರ್‌ನಲ್ಲಿ ಐಸೊಪ್ರೀನ್ ಎಂಬ ಸರಳ ಸಂಯುಕ್ತವು (C_5H_8) ಪಾಲಿಮರೈಸೇಷನ್ ಹೊಂದಿ, ಭಾರವಾದ ಅಣುವಾಗಿದೆ.



ರಬ್ಬರಿನ ರಚನೆ

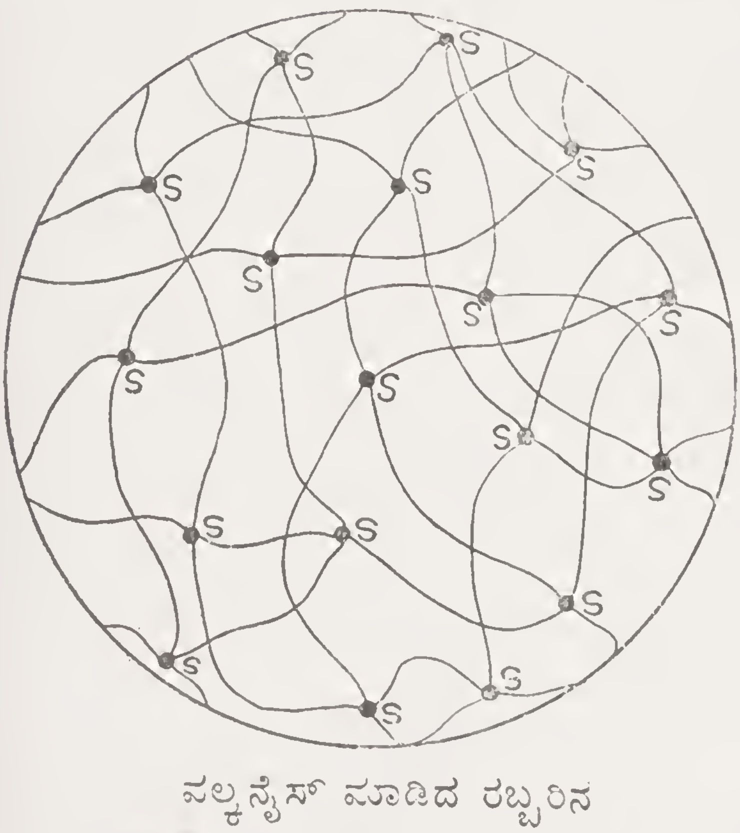
ರಬ್ಬರನ್ನು ಹೋಲುವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಇಲಾಸ್ಟೋಮರ್‌ಗಳೆಂದು (elastomers) ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ರಬ್ಬರಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿ ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕಾದ ಬ್ರೆಜಿಲ್ ಮತ್ತು ಏಷ್ಯದ ಮಲಯಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ರಬ್ಬರ್ ಮರದಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ. ಮೊದಮೊದಲು ಬ್ರೆಜಿಲ್ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ರಬ್ಬರ್ ಮರದಿಂದ ಪ್ರಪಂಚದ ಶೇ. ೯೦ರಷ್ಟು ರಬ್ಬರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಪ್ರತಿ ನೂರು ರಬ್ಬರ್ ಮರಗಳಿಂದಲೂ ಸುಮಾರು ೪೦೦–೫೦೦ ಪೌಂಡುಗಳಷ್ಟು ಒಣಗಿದ ರಬ್ಬರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ರಬ್ಬರ್ ಮರದಿಂದ ಲ್ಯಾಟಿಕ್ಸ್ ದ್ರವವನ್ನು ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೆ ಮೊದಲು ಚಾಕುವಿನಿಂದ ಮರದ ಕಾಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದಿಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಸಂದಿಗಳನ್ನು ತೋಡಿದಾಗ ಅವುಗಳಿಂದ ರಬ್ಬರ್ ಹಾಲು ಉಕ್ಕಿ ಬರುತ್ತದೆ.

ಈ 'ಲ್ಯಾಟಿಕ್ಸ್' ದ್ರವದಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರು 'ಕಲಾಯ್ಡ್' ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಲಾಯ್ಡ್ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿರುವ ರಬ್ಬರಿನ ಕಣಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿ ಗಡ್ಡೆ ಕಟ್ಟಿಸುವುದರಲ್ಲಿ (coagulation) ಹೊಗೆಯು ಸಹಕಾರಿ. ಅಸೆಟಿಕ್ ಮತ್ತು ಫಾರ್ಮಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ರಬ್ಬರನ್ನು ಘನೀಕರಿಸುವುದು ಮತ್ತೊಂದು

ವಿಧಾನ. ಆದರೆ ಹೊಗೆಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಬರುವ ರಬ್ಬರಿನಷ್ಟು ಉತ್ತಮವಾದ ರಬ್ಬರನ್ನು ಬೇರೆ ವಿಧಾನಗಳು ಕೊಡಲಾರವು.

ಈಚೆಗೆ ಅಸೆಟಲೀನ್ ಮತ್ತು ಬ್ಯೂಟೈಲ್ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್‌ಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ೧೯೪೯ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ೮೦,೦೦೦ ಟನ್ನುಗಳಷ್ಟು ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್ ತಯಾರಾಯಿತು. ೧೯೫೪ರಲ್ಲಿ ಇದರ ತಯಾರಿಕೆಯು ೯೦೦,೦೦೦ ಟನ್ನುಗಳಿಗೆ ಏರಿತು. ಇವಕ್ಕೆ ಮೂಲ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಬ್ಯೂಟಾಡಯೀನ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೈರೀನ್. ಇವುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿ ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳಾಗುವುದರಿಂದ (polymerisation) ಕೃತಕ ರಬ್ಬರು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ರಬ್ಬರಿಗೆ ಬಿಗಿಕೊಡುವುದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಈಚೆಗೆ ಇಂಗಾಲದ ಪುಡಿಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಗುಡ್‌ಯಿಯರ್ (Charles Goodyear) ಎಂಬಾತನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ 'ವಲ್ಕನೈಸೇಷನ್' (vulcanisation) ವಿಧಾನದಿಂದ ರಬ್ಬರನ್ನು ಕಾಪಾಡಲು ಅನುಕೂಲ ದೊರಕಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರನ್ನು ಗಂಧಕದ ಪುಡಿ ಅಥವಾ ಗಂಧಕವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕೆಲವು ಪದಾರ್ಥಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಸೇರಿಸಿ, ಕೆಲವು ವೇಗವರ್ಧಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದ 'ವಲ್ಕನೈಟು' ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.



ವಲ್ಕನೈಸ್ ಮಾಡಿದ ರಬ್ಬರಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಗಂಧಕದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹೆಣೆದು ಕೊಂಡಿರುವ ಬಗೆ.

ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುವ ಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಗಂಧಕವು ಸೇರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ರಬ್ಬರನ್ನು ಇಬೊನೈಟು ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈಚೆಗೆ ರಬ್ಬರಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲೂ, ನೀರಿನ ಕೊಳವೆಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ, ಮೋಟಾರ್ ಟೈರುಗಳಲ್ಲೂ ಹೇಗೆ ಉಪಯೋಗ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ಅಮೆರಿಕಾ, ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ಜರ್ಮನಿಗಳಲ್ಲೇ ಹೆಚ್ಚು ರಬ್ಬರ್ ಕೃತಕವಾಗಿ ತಯಾರಾಗಿರುವುದು. ಕೃತಕ ರಬ್ಬರಿನ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೆಂಬಲ ದೊರಕಿದ್ದು

ಎರಡನೆಯ ಮಹಾ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ. ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ರಬ್ಬರ್ ಅಭಾವವುಂಟಾದಾಗ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂನಿಂದ ಒದಗಿಸಬಹುದಾದ ಅಸಿಟಲೀನ್, ಬ್ಯೂಟಲೀನ್, ಬ್ಯೂಟಾಡಯೀನ್ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ರಬ್ಬರ್ ತಯಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದವು. ಈಗ ತಯಾರಾಗಿರುವ ಕೃತಕ ರಬ್ಬರ್‌ಗಳ ಪೈಕಿ, ಬ್ಯೂನಾಎಸ್, ಬ್ಯೂಟೈಲ್ ರಬ್ಬರ್, ನಿಯೋಪ್ರೀನ್‌ಗಳು ಮುಖ್ಯವಾದುವು.

ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ ತಯಾರಿಕೆಯ ಕಚ್ಚಾವಸ್ತುಗಳು

ಈಗ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಅವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, ಮೇದಸ್ಸಿನ ಆಮ್ಲಗಳು, ಮದ್ಯಸಾರದ ಗುಂಪಿನ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು, ಬೆಂಜೀನ್, ಕಾರ್ಬಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಅಸಿಟಲೀನ್, ಅನಿಲೀನ್, ಯೂರಿಯಾ ಇತ್ಯಾದಿ. ಥಾಲಿಕ್ ಆನ್‌ಹೈಡ್ರೈಡ್, ಕರ್ಪೂರ, ಗ್ಲಿಸರೀನುಗಳು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಬಲ್ಲವು. ಟಾಲ್ವೀನ್, ಬ್ಯೂಟೈಲ್ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಮತ್ತು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ ಒದಗಿಸುವ ಕೆಲವು ದ್ರಾವಕಗಳೂ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಿವೆ. ಹೆನ್ರಿ ಫೋರ್ಡ್ ಎಂಬಾತನು ಸೋಯಾ ಅವರೆ (Soya bean) ಯಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಮೋಟಾರ್ ವಾಹನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದನು. ಕಾಫಿ ಬೀಜದಿಂದ ಕಾಫಿಲೈಟ್ (Caffellite) ಎಂಬ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರು ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಬ್ರೆಜಿಲ್‌ನಲ್ಲಿ ನಡೆದಿವೆ. ಮರಗಳು ದಟ್ಟವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಕೆನಡಾ ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕಾದ ಸಂಯುಕ್ತಸಂಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಮರದಿಂದ 'ಲಿಗ್ನಿನ್' ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ತೆಗೆದು ಅದರಿಂದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಗೇರುಬೀಜದ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆದು, ಆ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನು (Cashewnut shell liquid) ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಮರದ ಪುಡಿಯಿಂದಲೂ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಈಚೆಗೆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಆ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದರಿಂದ ನಮಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

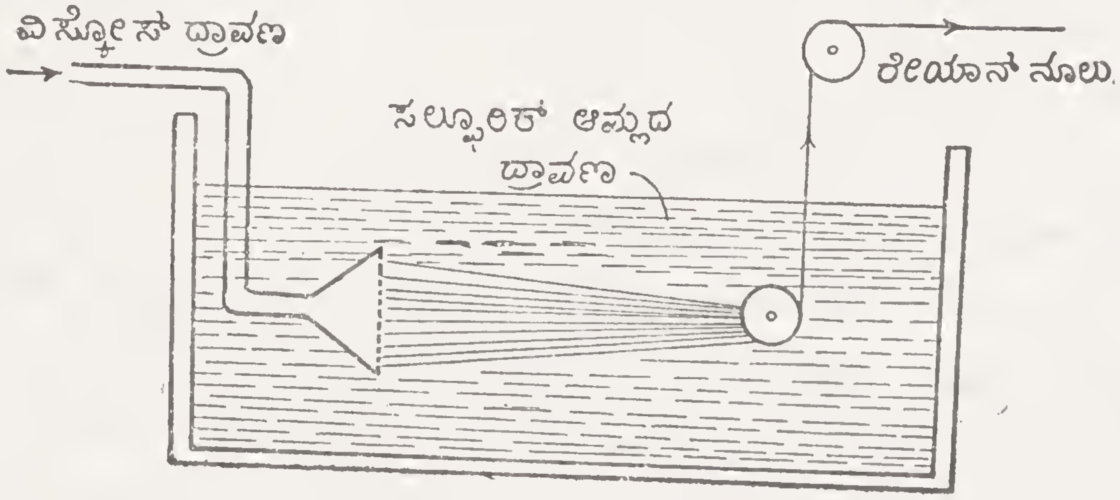
ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳು

ಹತ್ತಿ, ಉಣ್ಣೆ, ರೇಷ್ಮೆ, ನೈಲಾನ್, ಡಾಕ್ರಾನ್ ಅಥವಾ ಟೆರಿಲೀನ್, ಮೈಲಾರ್, ಅಕ್ರಿಲಾನ್, ಆರ್ಲಾನ್, ರೇಯಾನ್ ಅಥವಾ ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆ—ಇವೇ ಸಾಮಾನ್ಯ

ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ನೂಲುಗಳು. ಅಣುಗಳ ತೂಕದಲ್ಲಿಯೂ, ಅವುಗಳು ಹೆಣೆದಿರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲೂ ಇವು ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಸಣ್ಣ ಅಣುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಸೇರಿಸಿ ಭಾರವಾದ ಅಣುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಚಾತುರ್ಯವನ್ನು ಈಗ ಮನುಷ್ಯನೂ ಅನುಕರಿಸಿ ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯ ನೂಲುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಾನೆ.

ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆ (Rayon): ಮೊದಲು ತಯಾರಾದ ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆಯ ವಿಚಾರ ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಳಿಸೋಣ. ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ೪,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦, ಪೌಂಡುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆಯು ತಯಾರಾಗುತ್ತಿವೆ. ಇವನ್ನು ಹತ್ತಿಯಿಂದಲೂ ಮರದಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಎಂಬ ಪದಾರ್ಥವೇ ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುದು.

ಸೆಲ್ಯುಲೋಸನ್ನು ಪ್ರಬಲಕ್ಷಾರವಾದ ಸೋಡಿಯಮ್ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸೈಡು ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿದರೆ ಅದು ತನ್ನ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ 'ಆಲ್ಕಲಿ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸನ್ನು' ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಇಂಗಾಲದ ಡೈಸಲ್ಫೈಡಿನ (CS_2) ಜೊತೆಗೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿದರೆ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸಿನ ಎಸ್ಟರಾದ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಕ್ಸಾಂಥೇಟ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಕ್ಷಾರದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗಿ ಕಿತ್ತಳೆ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣದ ಮಂದವಾಗಿರುವ "ವಿಸ್ಕೋಸ್" ಎಂಬ ದ್ರಾವಣವನ್ನುತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಮಂದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಚುರಕಿಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ದುರ್ಬಲ ಗಂಧಕಾಮ್ಲದ ತೊಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಹರಿಸಿದರೆ, ಅದರಿಂದ ಒಂದು ನೂಲು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ (Viscose process) ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್‌ನೂಲು ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆಯ ನೂಲಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿರುತ್ತದೆ.



ರೇಯಾನ್ ತಯಾರಿಕೆ

ಕೃತಕರೇಷ್ಮೆಯ ನೂಲನ್ನು (rayon) ಇನ್ನೂ ಮೂರು ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಮೈಲುತುತ್ತದ ದ್ರಾವಣಕ್ಕೆ ಅಮೋನಿಯಾ ದ್ರಾವಣವನ್ನು

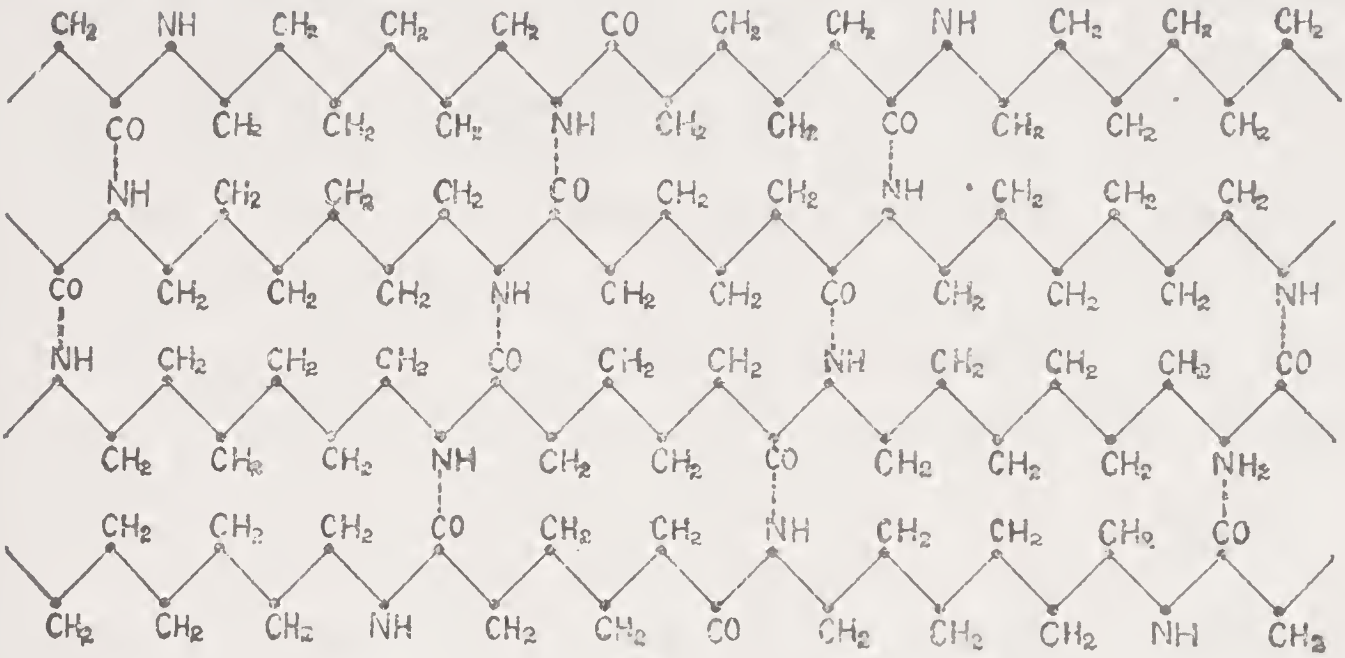
ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಕ್ಯುಪ್ರಮೋನಿಯಮ್ ಸಲ್ಫೇಟು (Schweitzer's reagent) ಎಂಬ ತೀವ್ರ ನೀಲಿಬಣ್ಣದ ದ್ರಾವಣವೂ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸನ್ನು ಲೀನವಾಗಿಸಿಕೊಂಡು ವಿಸ್ಕೋಸ್ ದ್ರಾವಣದಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸಿ, ಹೊಳಪುಳ್ಳ ಕೃತಕ ರೇಷ್ಮೆಯ ನೂಲನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು "ಕ್ಯುಪ್ರಮೋನಿಯಮ್ ವಿಧಾನವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಎರಡು ಇಂತಹ ವಿಧಾನಗಳಿವೆ.

ಥಳಥಳಿಸುವ ನೈಲಾನ್ : ನೈಲಾನ್ ಎಂಬುದು ರೇಷ್ಮೆಯನ್ನು ಹೋಲುವ ನಯವಾದ ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್. ಇದು ಪಾಲಿಮರ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ್ದು. ನೈಲಾನ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಸಾರಜನಕವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಇರುವುದರಿಂದ ಇದನ್ನೂ ಸಸಾರ ಜನಕವಸ್ತುವೇ ಎಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಮೆತ್ತಗೆ ಮಾಡಿ ಸಣ್ಣ ನೂಲುಗಳನ್ನು ಎಳೆಯಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಮೆತುವಾಗಿರುವ ನೈಲಾನನ್ನು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ವೇಗವಾಗಿ ಹರಿಸಿದರೆ, ಈ ನೂಲುಗಳು ಗಾಳಿಯ ಸಂಪರ್ಕದಲ್ಲಿ ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವುವಲ್ಲದೆ ಇತರ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು, ನೀರು ಮತ್ತು ಗಾಳಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನೇ ಕಚ್ಚಾ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಟಿಕ್ಕು ಮತ್ತು ನೂಲುಗಳೆರಡರ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವ ಈ ನೈಲಾನನ್ನು ೧೯೩೦ರಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದವನು ಸರ್ ವ್ಯಾಲೇಸ್ ಕ್ಯಾರೋಥರ್ಸ್ (Sir Wallace Carothers).

ನೈಲಾನನ್ನು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಟಾರೆಣ್ಣೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಹುದಾದ ಬೆಂಜೀನಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಬೆಂಜೀನಿನಿಂದ ಕಾರ್ಬಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ (phenol) ಪಡೆದು, ಅನಂತರ ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಡಿಪಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಹೆಕ್ಸಮೆಥಿಲೀನ್ ಡಯಮೀನ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಪಡೆದು, ಈ ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ನೈಲಾನ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈಚೆಗೆ ಫರ್ಫೂರಾಲ್ ಎಣ್ಣೆಯನ್ನೂ, ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಎಣ್ಣೆಯಿಂದ ತೆಗೆದ ಬ್ಯೂಟಾಡಯೀನ್ ಅನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಹೆಕ್ಸಮೆಥಿಲೀನ್ ಡಯಮೀನನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅಡಿಪಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್ ಅಥವಾ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನಿಂದ ಪಡೆಯಬಹುದು.

ನೈಲಾನಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾರೋಥರ್ಸ್‌ರವರು ಮೊದಲು ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಸೆಲ್ಯುಲೋಸ್ ಮತ್ತು ರೇಷ್ಮೆಯನ್ನು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಹೋಲುವ ಕೆಲವು ಪಾಲಿಮರ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಅವರು ನಡೆಸಿದಾಗ, ಅವುಗಳ ಫಲವಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ನೂಲುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳ ರಚನೆಗೂ (constitution), ಆ ನೂಲುಗಳ ಸ್ವಭಾವಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂದು ವಿಶದವಾಯಿತು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಅನೇಕ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ತಳಹದಿ ಹಾಕಿತು.



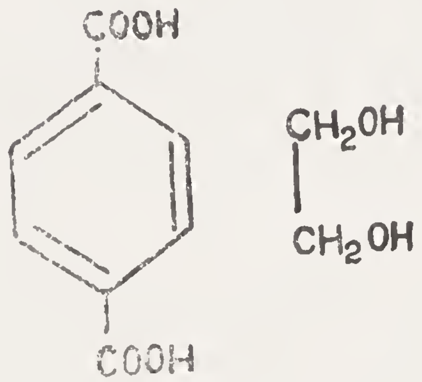
ನೈಲಾನ್ ರಚನೆ

ನೈಲಾನ್‌ಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಣ್ಣಕೊಡಬಹುದಾದ್ದರಿಂದಲೂ, ತೊಳೆದ ತಕ್ಷಣವೇ ಅದು ಒಣಗುವುದರಿಂದಲೂ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಉಡುಪುಗಳಿಗೆ ಅದು ಉತ್ಕೃಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಕಾಲುಚೀಲ, ಷರ್ಟ್, ನಿಕ್ಕರ್, ಇವುಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಇದನ್ನು ಬಳಸ ಬಹುದು. ನಾವು ದಿನವಹಿ ಬಳಸುವ ಹಲ್ಲುತಿಕ್ಕುವ ಬ್ರಷ್ಷುಗಳಲ್ಲೂ ಟೆನ್ನಿಸ್ ಬ್ಯಾಟುಗಳಲ್ಲಿರುವ ತಂತಿಗಳಲ್ಲೂ ಇದನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ನೈಲಾನಿನಿಂದ ಗುಡಾರಗಳನ್ನೂ, ಹಗ್ಗಗಳನ್ನೂ, ಪ್ಯಾರಾ ಚ್ಯೂಟುಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಿ ಬಳಸಿದರು. ನೈಲಾನ್ ನೂಲುಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಮೆದುವಾಗಿರುವ . ಪಾಲಿಕೆಪ್ರೋಲಾಕ್ಟಮ್ (polycaprolactam) ಎಂಬ ನೂಲನ್ನು ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ತಯಾರಿಸಿದರು. ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸೀಸೆ ಮತ್ತು ಕೊಳವೆಗಳಲ್ಲೂ ಬಳಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು.

ಇತರ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳು : ಹಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಕೇಸೀನ್ ಎಂಬ ಪ್ರೋಟೀನೂ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಇದರಿಂದ ಉಣ್ಣೆಯನ್ನು ಹೋಲುವ ವಸ್ತ್ರಗಳು (casein wool) ತಯಾರಾಗುತ್ತಿವೆ. ಇವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಉಣ್ಣೆ ನೂಲುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕೆಲವು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮವೆನ್ನಿಸಿಕೊಂಡಿವೆ. ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಅನಿಲ ಮತ್ತು ಉಪ್ಪಿನ ದ್ರಾವಣದಿಂದ ವೀನ್ಯಾನ್ (vinyon) ಎಂಬ ನೂಲು ತಯಾರಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಗಾಜಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೊಳಪುಳ್ಳ ನೂಲುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕ್ಲೋರೀನನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅನೇಕ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳು ಈಚೆಗೆ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿವೆ ; ಇವು ಉಣ್ಣೆಗಿಂತಲೂ ಶ್ರೇಷ್ಠ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ

ವೈನಿಡಿಲೀನ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ ಮತ್ತು ವೈನೈಲ್ ಕ್ಲೋರೈಡುಗಳಿಂದ ಬರುವ ಸಾರಾನ್ (Saran) ನೂಲು ಮುಖ್ಯವಾದುದು.

ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಉತ್ತಮವಾದ ಕೃತಕನೂಲು ಟೆರಿಲೀನ್. ಇದನ್ನು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಟೆರಿಲೀನ್ ಎಂಬುದಾಗಿಯೂ, ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ಡಾಕ್ರಾನ್ (dacron) ಎಂಬುದಾಗಿಯೂ ಕರೆದರು. ಇದು ಒದ್ದೆಯಾಗಿರುವಾಗಲೂ ಒಣ ಗಿರುವಾಗಲೂ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಮುದುರಿಕೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ಹಗುರವಾಗಿರು ವುದರಿಂದ ಬೇಸಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಧರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಯೋಗ್ಯವಾದ ಉಡುಪು.



ಟೆರಿಫ್ಥಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಎಥಿಲೀನ್ ಗ್ಲೈಕಾಲ್‌ಗಳ ಅಣು ರಚನೆಗಳು

ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಮ್‌ನಿಂದ ಒದಗುವ ಎಥಿಲೀನ್ ಗ್ಲೈಕಾಲ್ ಮತ್ತು ಟೆರಿಫ್ಥಾಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ; ಇವೆರಡು ವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿದಾಗ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಡಾಕ್ರಾನ್ ನೂಲು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಯೂನಿಯನ್ ಕಾರ್ಬೈಡು ಕಂಪೆನಿಯವರು ಈಚೆಗೆ "ಡೈನೈಲ್" ಎಂಬ ಕೃತಕ ನೂಲನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆರ್ಲಾನ್‌ಗೆ ಬೇಕಾದ ಅಕ್ರಿಲೊನೈಟ್ರಿಲ್‌ನಿಂದಲೇ ಇದು ತಯಾರಾಗಿದೆ. ಇದು ವೈನೈಲ್ ಕ್ಲೋರೈಡನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಕೋ ಪಾಲಿಮರ್ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಅಕ್ರಿಲೊನೈಟ್ರಿಲ್‌ನಿಂದಲೇ ಆಟಗಾರರು ಧರಿಸುವ ಉಡುಪುಗಳಿಗೆ ಶ್ರೇಷ್ಠವಾದ ಅಕ್ರಿಲಾನ್ ಎಂಬ ನೂಲನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಟಲಿ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಹಾಲಿನ ಕೇಸೀನಿನಿಂದ ಲಾನಿಟಾಲ್ ಎಂಬ ಉಣ್ಣೆಯನ್ನೂ, ಕೆಲವು ಧಾನ್ಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸೈನ್ (zein) ಎಂಬ ಸಸಾರಜನಕವಸ್ತುವಿನಿಂದ ವೈಕಾರ (vicara) ಎಂಬ ನೂಲನ್ನೂ ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಬೀಜದಿಂದ ಆರ್‌ಡಿಲ್ ಎಂಬ ನೂಲನ್ನೂ, ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆಯ ಆಲ್ಬುಮಿನ್ ಮತ್ತು ಕೂದಲು, ಪುಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕೆರಟಿನ್ ಎಂಬ ಸಸಾರ ಜನಕವಸ್ತುವಿನಿಂದಲೂ ಕೃತಕ ನೂಲುಗಳನ್ನು ಈಚೆಗೆ ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಈಗ ಕೃತಕನೂಲುಗಳ ಕೈಗಾರಿಕೆಯು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬೆಳೆದಿದೆ. ಉಣ್ಣೆ ಮತ್ತು ಟೆರಿಲೀನ್ ನೂಲುಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಿ ಹೊಸತರಹ ನೂಲುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಉಡುಪುಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಈಗ ಆರ್ಲಾನ್, ವಿಸ್ಕೋಸ್, ಮತ್ತು ಅಸಿಟೇಟ್ ರೇಯಾನ್ ನೂಲುಗಳನ್ನೂ, ಇತರ ನೂಲುಗಳನ್ನೂ ಸೇರಿಸಿ ಹೊಸ ತರಹ ನೂಲುಗಳನ್ನೂ ನೇಯುತ್ತಾರೆ.

ಡಾ|| ಎಂ. ಆರ್. ರಾಜಶೇಖರಶೆಟ್ಟಿ
ಡಾ|| ಎಚ್. ಬಿ. ದೇವರಾಜ ಸರ್ಕಾರ್

ಜೀವಕೋಶ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಯು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ವಿಕಾಸರೂಪವಾದುದು. ಹಿಂದಿನ ಸಾಧನೆಗಳ ಆಧಾರದಮೇಲೆ ಹೊಸ ಪ್ರಗತಿಪರ ವಿಚಾರಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆ ಆಗಾಗ ನಡೆಯುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಹಿಂದಿನ ಭಾವನೆಗಳು ಮಾರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ ದಿಂದೀಚೆಗೆ ಜೀವಕೋಶದ ಅಭ್ಯಾಸದ ಬಗೆಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ತಲೆದೋರಿತು, ಜೀವಕೋಶ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗೆಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆಯಿತು. ಇದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಈ ಜ್ಞಾನದ ಪರಿಶೀಲನೆಗೆ ಅನುವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಜೀವ ಕೋಶದ ಬಗ್ಗೆ ಸುಸಂಘಟಿತ ಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆಯಲು ಅವಕಾಶವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಮಾತ್ರ, ಹೊಸ ಯಂತ್ರಾನುಕರಣೆಯ ಪ್ರಗತಿ ಹಾಗೂ ಹೊಸ ಅಭ್ಯಾಸ ಕ್ರಮಗಳಿಂದ, ಇತರ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೂ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೂ ಬೆಳೆದ ಸಂಬಂಧ ಜ್ಞಾನದಿಂದ, ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಅಂಚಿನ ವಿಷಯಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಸುಸಂಘಟಿತ ಜ್ಞಾನ, ಅಭ್ಯಾಸ ಬೆಳೆಯಲು ಕಾರಣವಾಯ್ತು. ಹಿಂದಿನಂತೆ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಎನ್ನುವ ಭಾವನೆ ಮರೆಯಾಯ್ತು. ಎರಡೂ ಒಂದೇ, ಜೀವಕೋಶದ ಬಗೆಗೆ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಎರಡನ್ನೂ ಒಟ್ಟಾಗಿಯೇ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡಬೇಕು, ಒಂದ ರಿಂದ ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವಂತಿಲ್ಲ ಎನ್ನುವ ಅರಿವು ಮೂಡಿಬಂದಿತು. ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಯ ಅಭ್ಯಾಸ, ಅದರ ಕ್ರಿಯಾ ವಿಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ವಿವಿಧ ಅಣುಗಳಿಗಿರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಈ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕನ್ನು ಬೀರಿ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಒಂದೇ ವಸ್ತುವಿನ ಎರಡು ಮುಖಗಳು ಎನ್ನುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಇಂದು ಮೂಡಿಬರಲು ಕಾರಣವಾಗಿವೆ. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಜೀವಕೋಶದ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಪಾತ್ರ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅಣು ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಅಭ್ಯಾಸ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ವಿಚಾರಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸಿದ ಆನುವಂಶೀಯ ಗುಪ್ತ ಭಾಷೆಯ ಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಕಾಶನ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ

ವಿಧಾನದ ಪರಿಚಯ—ಈ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಬೃಹದ್‌ಜೀವಿಗಳ ಜೀವಕೋಶ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಅನುಸರಿಸಿದ ವಿಧಾನ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಇಂದು ಜೀವಕೋಶದ ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹಾದಿಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಕಾರಣೀಭೂತವಾಗಿವೆ. ಈ ಹೊಸ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಜೀವ ಕೋಶದ ರಚನೆಯ ಬಗೆಗೆ ವಿವರಣೆ ನೀಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡುತ್ತೇವೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರಾಣಿಯ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಪೀಠಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಸ್ಥೂಲಪರಿಚಯ ವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟು ಅನಂತರ ವಿವರವಾದ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಸುತ್ತೇವೆ.

ಜೀವಕೋಶದ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಪಟಲ (Plasma membrane) ಇದೆ. ಲಿಪಿಡ್ (Lipid) ಅಣುಗಳು ಇಪ್ಪದರವಾಗಿ ಹರಡಿವೆ. ಈ ಪದರ ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುವಿನ ಎಳೆಗಳೂ ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಪಟಲಕ್ಕೆ ಸಂಕುಚನಾಶಕ್ತಿ ಇದೆ.

ಜೀವಕೋಶದ ಒಳಗೆ ಕೋಶದ್ರವ್ಯವಿದೆ (cytoplasm). ಈ ಕೋಶದ್ರವ್ಯ ದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಜೀವಸತ್ವ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸು ತ್ತವೆ. ಕೋಶದ್ರವ್ಯವು ಕಣರೂಪ ಅಥವ ಸಮರೂಪವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ.

ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಅವಕಾಶಗಳ ವ್ಯೂಹವಿದೆ. ಈ ವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಜೀವಕೋಶಾಂತರ ಪಟಲಗಳು, ಪಟಲಗಳಿಂದಾವೃತವಾದ ನಳಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಸಂಚಿಕೆಗಳು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೇಟಿಕ್ಯುಲಂ (Endoplasmic reticulum) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವ್ಯೂಹಕ್ಕೆ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆ ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಆವರಣ ಪಟಲಗಳೂ ಸೇರುತ್ತವೆ.

ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆ ಎಂಬೊಂದು ವ್ಯೂಹವಿದೆ. ಇದೂ ಕೂಡ ಪಟಲ ವ್ಯೂಹದ ಒಂದು ಭಾಗ. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ರೈಬೋಸೋಮು (Ribosome) ರಚನೆಗಳು ಇಲ್ಲದಿರುವುದೇ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸ.

ಜೀವಕೋಶದ ಒಳಗಿರುವ ಅವಕಾಶ ವ್ಯೂಹಗಳಿಗೆ ಮತ್ತು ರೈಬೋಸೋಮ್ ಮುಂತಾದ ವಿವಿದ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಕ್ಕೆ ಮೈಕ್ರೋಸೋಮ್ (Microsome) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು RNA ವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿ ರೈಬೋಸೋಮು ಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಆ ರೈಬೋಸೋಮ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯು ತ್ತದೆ.

ಜೀವಕೋಶ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಲೈಸೋಸೋಮ್ (Lysosome) ಗಳೆಂಬ ಸ್ಥಿರ ರಚನೆಗಳಿವೆ. ಇವನ್ನು ಜಲವಿಶ್ಲೇಷಣ (Hydrolytic) ಕಿಣ್ವಗಳ ಸಂಚಿಗಳು ಎಂದು ಹೇಳುವುದುಂಟು.

ಇಂದಿನ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನ ಅತೀತ ವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪಟಲಗಳು, ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಗಳು, ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು, ಲೈಸೋಸೋಮುಗಳು ಅನೇಕ ಅವಕಾಶಗಳು ಹಾಗೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕೋಶಗಳೆಲ್ಲವೂ ಪಟಲರೂಪದ ರಚನೆಗಳೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಪಟಲಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಲಿಪಿಡ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿವೆ. ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿದರೆ, ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಲಿಪಿಡ್‌ಗಳಿಂದಾದ ಈ ಏಕಪದರ ಪಟಲಗಳು ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆಗೆ ಏತಕ್ಕೂ ಸಾಲದು ಎಂದು ಡಿಡುವೆ (DeDuve) ೧೯೬೨ ರಲ್ಲಿ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟನು.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ೧೮೯೪ ರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಟ್‌ಮನ್ (Altman) ಮತ್ತು ೧೮೯೭ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಡ (Benda) ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ವಿವರಿಸಿದರು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೆ ಇವುಗಳ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳು ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ಜೀವಕೋಶದ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ದೈನಂದಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಕಿಣ್ವಗಳು ಈ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿವೆ.

ಹಿಂದಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ (Nucleus) ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿತನದಿಂದ ಕೇವಲ ಕಪ್ಪು ಚುಕ್ಕಿಯಂತೆ ಕಾಣುತ್ತಿತ್ತು. ಅದೇ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (Electron) ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ವರ್ಣವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗದ ಒಳಗಿನ ವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಆವರಿಸಿರುವ ಪಟಲಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಪಟಲಗಳಿವೆ (Nuclear membrane). ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಒಳಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುತ್ತವೆ. ಹೊರಗಿನ ಪಟಲದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಂಧ್ರಗಳಿವೆ. ಈ ಪಟಲಗಳ ಮೂಲಕ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಿಂದ ಕೋಶದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಹರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಒಳಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಎಳೆಗಳ ಸುರುಳಿಯಂತಿರುವ ಒಂದು ರಚನೆ ಇದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್ (Chromatin) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಜೀವಕೋಶದ ವಿಭಜನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರೋಮ್ಯಾಟಿನ್ ವರ್ಣತಂತು ಅಥವ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್ (Chromosome) ಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಅಂದರೆ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್ ವಸ್ತುಗಳು ವಿಭಜನೆಯ ಅಂತರ ಅವಸ್ಥೆಯ ರೂಪ ಎನ್ನಬಹುದು. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಒಳಗೆ ಕಾಳುರೂಪದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲೈ (Nucleoli) ಗಳೆಂಬ ರಚನೆಗಳಿವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವ (Refringent) ಶಕ್ತಿ ಇದೆ. ಫ್ಯಾಲ್ಗನ್ (Feulgen) ವರ್ಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಇವು ನಕಾರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನ ಒಳಗಡೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲೋನೀಮ (Nucleolonema) ಎಂಬೊಂದು ರಚನೆ ಇದೆ. ರಚಿತ ಮಿಶ್ರವಾದ ವರ್ಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಈ

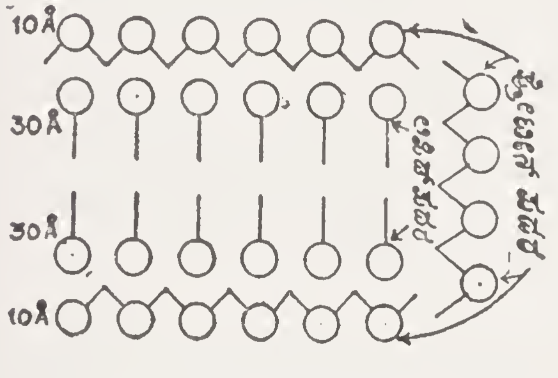
ರಚನೆ ಬಣ್ಣ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನ ಒಳಗೆ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸವಿದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಕೋಶ ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಸದಾ ಹರಿಯುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನಲ್ಲಿ m-RNA (ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ), t-RNA (ಸ್ಥಳಾಂತರ RNA) ಮತ್ತು RNAಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಯಾಗುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ಗೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೂ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೂ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಸಂಕೇತಸೂತ್ರವಾದ DNA ಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದಿವೆ.

ಜೀವಕೋಶ ಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿವಿಧ ಮುಖಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗೆಗೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ವಾಗಿ ವಿವರಣೆ ನೀಡಲು ಸ್ಥಳಾವಕಾಶ ಸಾಲದು. ಆದುದರಿಂದ ಕಳೆದ ನಾಲ್ಕಾರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಕಳೆದ ದಶಕದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿರುವ ವಿಷಯಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಸಿದ್ದೇವೆ. ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಇಚ್ಛಿಸುವವರು, ಲೇಖನದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಂಥ ಋಣ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಿರುವ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಓದಬಹುದು.

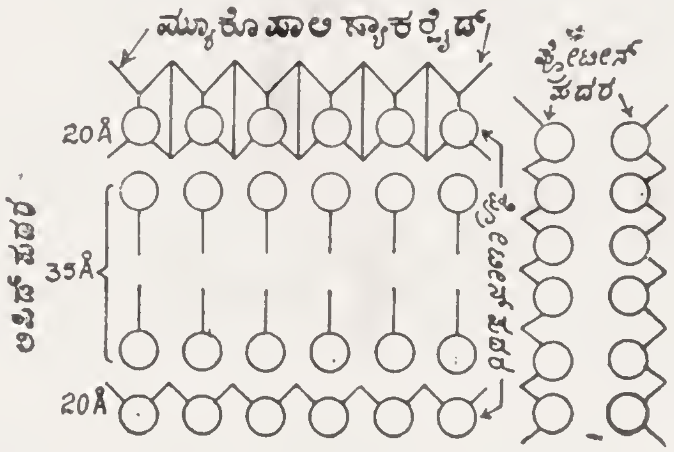
ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲ

ಈ ಪಟಲದ ಮೂಲಕ ಹೊರಕ್ಕೂ ಒಳಕ್ಕೂ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಇದು ಜೀವಕೋಶವನ್ನಾವರಿಸಿರುವ ಕಟ್ಟು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ಇದು ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರವಹಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಜೀವಕೋಶದ ಒಳಕ್ಕೆ ಬರುವ ಆಹಾರ ವನ್ನು ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವ ಜೀವಕೋಶದ ಕಲ್ಮಶ ಮತ್ತು ಸ್ರಾವಿಕೆಗಳ ಚಲನೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ನಿಜಕ್ಕೂ ಜೀವನದ ಬುನಾದಿಯೇ ಈ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುಗಳ ವಿನಿಮಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಹೀಗೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಕರಗಿದ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದುದು. ಈ ಪಟಲದ ಆಚೆಗಿರುವ ವಸ್ತುಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶವು ಎಂದಿಗೂ ತನ್ನ ಪರಿಸರಣದೊಂದಿಗೆ ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಯಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆ ಒಂದು ಪಕ್ಷ ತನ್ನ ಪರಿಸರಣದೊಂದಿಗೆ ಸಮಸ್ಥಿತಿ ಸಾಧ್ಯ ವಾದರೆ ಅದು ಕೇವಲ ಜೀವ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಪಟಲದ ಮೂಲಕ ವಸ್ತುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಸಾಂದ್ರೀಕರಣದಿಂದ ಕಡಿಮೆಯ ಕಡೆಗೆ ಹರಿಯುತ್ತವೆ. ಈ ಸಾರೀಕರಣ ಪ್ರವಣತೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ನೀರು, ಆಮ್ಲ ಜನಕ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳು ಜೀವಕೋಶದಿಂದ ಒಳಕ್ಕೂ ಹೊರಕ್ಕೂ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲದ ರಚನೆ ಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಅದರ ಮೂಲಕ ನಡೆಯುವ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಸರಣದ ಬಗೆಗೆ ವಿವರವಾದ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆದಿದೆ. ಎಲ್ಲಾ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲದ ರಚನೆ ಮಾತ್ರ ಒಂದೇ ತೆರನಾಗಿದೆ.

ಲಿಪಿಡ್‌ನ ಪದರಗಳೆರಡರ ಸಮಾನಾಂತರ ಜೋಡಣೆಯಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲ ಉಂಟಾಗಿದೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಡ್ಯಾನಿಯಲ್ಲಿ (Danielli) ತೋರಿಸಿ ಕೊಟ್ಟನು. ಲಿಪಿಡ್ ಪದರಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಏಕಾಣು ಪದರವಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲವು ಲಿಪಿಡ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುಗಳಿಂದಾಗಿದೆ. ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲದ ಒಟ್ಟು ದಪ್ಪ ೮೦ Å*. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪದರವು ೨೦Å ದಪ್ಪವೂ, ಲಿಪಿಡ್ ಪದರವು ೬೦Å ದಪ್ಪವೂ ಇದೆ. ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ರಾಬರ್ಟ್ಸನ್ (Robertson) ಈ ದಪ್ಪ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರೋಟೀನು ಮತ್ತು ಲಿಪಿಡ್ ಪದರಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ಲೈಕೋ ಪ್ರೋಟೀನ್ (Glycoprotein) ಅಥವಾ ಮ್ಯೂಕೋಪಾಲಿಸ್ಯಾಕರೈಡ್ (Mucopolysaccharide) ಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಪದರವನ್ನು ಕಂಡರು. ಇವರ ಅಂದಾಜಿನ ಪ್ರಕಾರ ಲಿಪಿಡ್ ಪದರ ೩೫Å , ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪದರ ೨೦Å ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ ಪದರವು ೨೦Å ದಪ್ಪವಿದೆ. ಅಂದರೆ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲವು ಒಟ್ಟು ೭೫Å ದಪ್ಪವಿದೆ. ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರಗಳು ಈ ವಿವರಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ.



ಡ್ಯಾನಿಯಲ್ಲಿ ಮಾದರಿ



ರಾಬರ್ಟ್ಸನ್ ಮಾದರಿ

ವಿಸ್ತರಣೆ (Diffusion), ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಭಿಸರಣೆ (Osmosis), ಆರಿಕೆಯ ಪ್ರಸರಣ (Permeability)ಗಳೇ ಮುಂತಾದ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲದೆ, ದ್ರವವಸ್ತುಗಳ ಹೀರುವಿಕೆ (ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಪೈನೋಸೈಟೋಸಿಸ್ (Pynocytosis) ಎಂದು ಹೆಸರು) ಮತ್ತು ಗರ್ಭಾಂಕುರತೆ ಕ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಪಟಲ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಗರ್ಭಾಂಕುರತೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರೇತ್ರಾಣು (Sperm)ವಿನ ಆಕ್ರೋಸೋಮ್ (Acrosome) ಪಟಲವು ಅಂಡಾಣುವಿನ (Ovum) ಪಟಲದೊಂದಿಗೆ ವಿಲೀನ

---

* Å ಎಂದರೆ ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರಿನ ಕೋಟಿಯ ಒಂದನೆಭಾಗ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಂಗ ಸ್ಟ್ರಾಮ್ (Angstrom) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಆಂಡರ್ಸ್ ಆಂಗಸ್ಟ್ರಾಮ್ (Anders Angstrom) ನನ್ನನುಸರಿಸಿ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.

ಗೊಂಡು ಗರ್ಭಾಂಕುರತೆಯ ಪಟಲ (Fertilization membrame)ವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಅನೇಕರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಪಸ್ತುಗಳ ಒಳಚಲನೆ ಮತ್ತು ಹೊರ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲವು ತನ್ನದೇ ಆದ ಆಡಳಿತ ಪ್ರದೇಶವುಳ್ಳ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದ ರಚನೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯ

ಪ್ರೋಟೋಜೋವ ವಂಶದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳ ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಕಾಳಿನ ರೂಪದ ಅಥವಾ ತಂತುರೂಪದ ಅಂಗಾಣು (Organelle)ಗಳು ಇವು. ಇವುಗಳ ಆಕಾರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ, ಜೀವರಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯಾ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷತೆ ಇದೆ. ಆಕಾರ, ಗಾತ್ರ, ಲಿಪೋಪ್ರೋಟೀನ್ (Lipoprotein) ಸಂಯೋಜನೆ, ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿಕೆಯ ವಿಶೇಷವಾದ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಕಿಣ್ವ-ಉಪಕಿಣ್ವಗಳ ಗುಂಪು ಈ ವಿಶೇಷಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಒಟ್ಟಾಗಿ ಜೀವಕೋಶದ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿವರ್ತನೆಯಲ್ಲಿ ಸಮಗ್ರ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕ್ರೆಬ್ಸ್ ಆವರ್ತ (Krebs Cycle)ದ ಮೂಲಕ ನಾವು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಆಹಾರದಿಂದ ಪುನಃ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಗಳಿಸಿದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಎಟಿಪಿ (ATP)ಯ ರಂಜಕದ ಬಂಧನ (Phosphate Bond)ಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಕೂಡಿಡುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಜೀವಕೋಶದ ಅನೇಕ ಕ್ರಿಯಾಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ 'ಜೀವರಸಾಯನ ಯಂತ್ರಗಳು' ಅಥವಾ 'ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನಾ ಕೇಂದ್ರಗಳು' ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

೧೮೯೪ರಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು ಆಲ್ಟ್‌ಮನ್ (Altman), "ಬೈಯೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್" (Bio-blast)ಗಳೆಂದು ಮೊದಲಿಗೆ ವಿವರಿಸಿದನು. ಅನಂತರ ಬೆಂಡ ೧೮೯೭ರಲ್ಲಿ ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳೆಂದು ಕರೆದನು.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮತ್ತು ಜೀವರಸಾಯನಿಕ ರೀತಿಯ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಇವುಗಳ ಬಗೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ.

ಅವುಗಳ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದಾಗಿ ಜೀವಂತ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಕಷ್ಟ. ಆದರೂ ಅವು ಜೀವಕೋಶ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಿರವಾದ ರಚನೆಗಳು. ಜೇನಸ್ (Janus) ಹಸಿರುಬಣ್ಣ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಹಸಿರುಮಿಶ್ರಿತ ನೀಲಿಯಬಣ್ಣದ ರಚನೆಗಳಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದಾಗಿ ಈ ವರ್ಣ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ.

ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಭಿಸರಣಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಇತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದಾಗಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು

ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಸೈಯನೈಡ್ (Cyanide), ಡೈನೈಟ್ರೋಫಿನಾಲ್ (Dinitrophenol) ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಮೈಟೋ ಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಊದಿಕೊಂಡು ದಪ್ಪನಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಾಂಶ ಎಟಿಪಿಗಳಿದ್ದಾಗ ಕುಗ್ಗಿ ಕಿರಿದಾಗುತ್ತವೆ.

ಆಕಾರ : ಇವು ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಕಾಳುಗಳು ಅಥವಾ ತಂತುರೂಪದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಕ್ರಿಯಾ ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಆಕಾರ ಬದಲಾಗಬಹುದು. ಇವು ಉದ್ದವಾದ ಆಕಾರ, ಗದೆಯಾಕಾರ, ಅಥವ 'ಟೆನ್ನಿಸ್' ದಾಂಡಿನ ಆಕಾರವನ್ನು ತಾಳಬಹುದು. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಕಿರುನಡುವಿನ ಕೋಶಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಾಳಬಹುದು. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವೇ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಮೀನುಗಳ ಪಿತ್ತಜನಕಾಂಗದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಆಹಾರ ಸೇವನೆಯ ಕೆಲವು ಗಂಟೆಗಳ ಅನಂತರ ತಮ್ಮ ತಂತುರೂಪದಿಂದ ಗದೆಯಾಕಾರ, ದಾಂಡಿನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಕೋಶಾಕಾರಗಳಾಗಿ ಬದಲಾಗಿದ್ದು, ಪುನಃ ಇಲ ಗಂಟೆಗಳನಂತರ ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರವೂ ಕೂಡ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷತೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬದಲಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೆಲವು ಅಪವಾದಗಳ ವಿನಹ ಇವುಗಳ ಹಂಚಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಏಕನೀತಿ ಇದೆ.

ಕೋಶದ್ರವ್ಯದ ಭಾಗಗಳ ಶಕ್ತಿ ಪೂರೈಕೆಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಹಂಚಿಕೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವೆಡೆಗಳಿಗೆ ಎಟಿಪಿಗಳನ್ನು ಹಂಚುತ್ತ ಓಡಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವುಸಾರಿ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇರುವ ಜೀವಕೋಶ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ಇದ್ದು ಬಿಡುತ್ತವೆ.

ಸಂಖ್ಯೆ : ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಸಹ ಜೀವಕೋಶದ ಲಕ್ಷಣ ಮತ್ತು ಅದರ ಕ್ರಿಯಾವಿಧಾನವನ್ನನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಪಿತ್ತಜನಕಾಂಗದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೨೫೦೦ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಪುನರುತ್ಪಾದನೆ ನಡೆಯುವ ಭಾಗದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಂಗಾಂಶದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಮ್ಲಜನಕದ ಗೈರುಹಾಜರಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಉಸಿರಾಟ (ಗ್ಲೈಕಾಲಿಸಿಸ್–Glycolysis) ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿಡೇಷನ್ (oxidation) ಕ್ರಿಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಬಹುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಜೊಲ್ಲುರಸಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ರವಿಕೆ ಹೆಚ್ಚು. ಆದುದರಿಂದ ಇವು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದು.

ಈ ಸಂಖ್ಯೆ ಆ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಸ್ರವಿಕೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ.

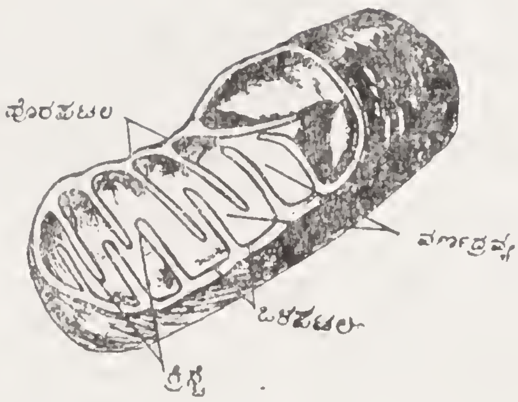
ಆದುದರಿಂದ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಆಕಾರ ಅವು ಇರುವ ಜೀವಕೋಶವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ತೋರುವ ವಿವಿಧ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಏಕರೀತಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

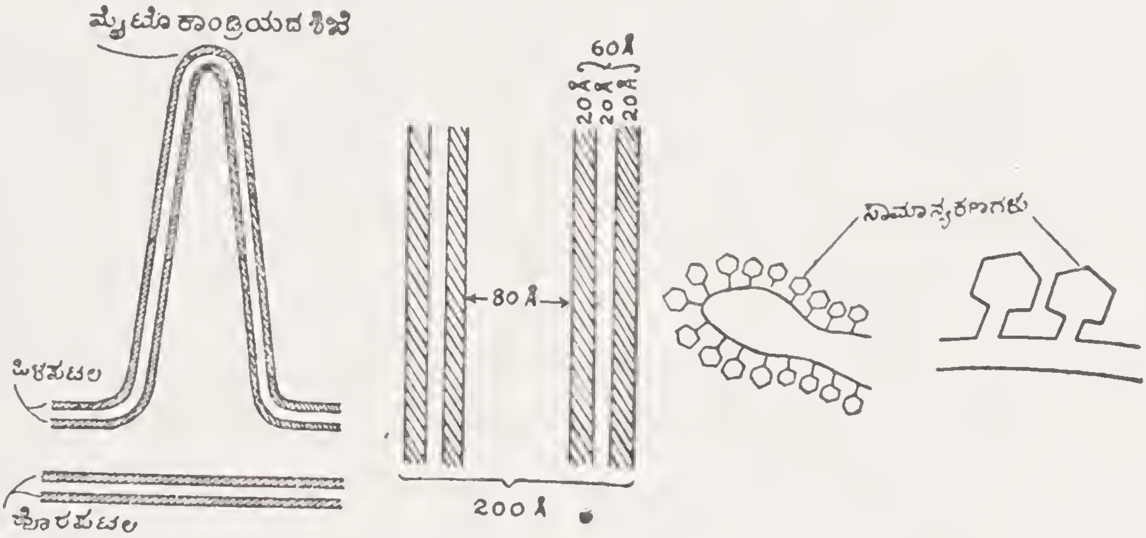
ರಚನೆ : ಲಘುವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಇವು ಸಮರೂಪತನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದರೂ ಅವು ಸಮರೂಪ ರಚನೆಗಳಲ್ಲ.

ಮೈಟೊಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ರಚನೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿದೆಯೆಂದು ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಪಲೇಡ್ (Palade ; 1952, 1953), ಸ್ಜೊರ್ಟ್ರ್ಯಾಂಡ್ (sjortrand ; 1953), ಸ್ಜೊರ್ಟ್ರ್ಯಾಂಡ್ ಮತ್ತು ರ್ಹೋಡಿನ್ (Sjortrand and Rhodin ; 1953) ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

ಇವುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪಟಲಗಳು ಹಾಗೂ ಎರಡು ಅಂಕಣಗಳು ಇವೆ. ಎರಡೂ ಪಟಲಗಳಿಂದ ಆವೃತವಾದ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂಕಣ ಕಿರಿದಾಗಿದೆ. ಆದೇ ಇನ್ನೊಂದು ಒಳಗಿನ ಅಂಕಣ ವಿಶಾಲವಾಗಿದೆ. ಈ ಅಂಕಣದಲ್ಲಿ ಅದರ ದ್ರವ್ಯವಸ್ತು (matrix) ಇದೆ. ಇದನ್ನು ಹೊರಗೆ ಆವರಿಸಿರುವ ಹೊರಪದರ ೬೦ Å ದಪ್ಪ ಇದೆ. ಈ ಪದರವು ಈ ಲಿಂಗಾಣುವಿನ ಪ್ರಸರಣಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವುದೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಕ್ರಿಸ್ಟೆ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯೇಲಿಸ್ (cristae mitochondiales) ಎಂಬ ಜಟಿಲವಾದ ಮಡಿಕೆಗಳು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯದ ಒಳ ಪಟಲದಿಂದ ಅದರ ದ್ರವ್ಯವಸ್ತುವಿನೊಳಗಡೆಗೆ ಚಾಚಿಕೊಂಡಿವೆ. ಇವು ಅಪೂರ್ಣವಾದ ಅಡ್ಡಭಿತ್ತಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವು ಒಳಗಿನ ದ್ರವ್ಯವಸ್ತುವನ್ನು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ದ್ರವ್ಯವಸ್ತುವು ಅಖಂಡವಾಗಿ ಹರಡಿದೆ, ಇದರ ಒಳಗಿನ ಪದರವೂ ಕೂಡ ೬೦ Å ದಪ್ಪವಿದೆ. ದ್ರವ್ಯರೂಪವು ಸಮರೂಪವನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಕಣರೂಪದ ಅಥವ ತಂತುರೂಪದ ರಚನೆಗಳು ಇರಬಹುದು.

ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳನ್ನು ವಿವರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿದಾಗ ಅದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರುವುದು ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕ್ರಿಸ್ಟೆಗಳು ಅಡ್ಡಭಿತ್ತಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ನರ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಮತ್ತು ರೇಖಾನ್ವಿತ ಸ್ನಾಯು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಸ್ಟೆಗಳು ಉದ್ದುದ್ದನಾಗಿ ಹರಡಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರೋಟೋಜೋವ, ಕೀಟಗಳು ಮತ್ತು ಅಡ್ರೀನಲ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಸ್ಟೆಗಳು ಕೊಳವೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಸ್ಟೆಗಳು ಸರಳವಾಗಿರಬಹುದು ಅಥವ ಕವಲೊಡೆದಿರಬಹುದು.





ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಕ್ರಿಯಾ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಅವಸ್ಥೆಗೂ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಉಪವಾಸ ವಿರುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ಕ್ರಿಸ್ಟೆಗಳು ಮತ್ತು ತಿಳಿ ಯಾದ ದ್ರವ್ಯವಸ್ತು ಇರುತ್ತದೆ.

ಲಿಪಿಡ್ ಹನಿಗಳಿಗೂ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಿಗೂ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಧವಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವು ತಮ್ಮ ಕ್ರಿಯಾಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಹನಿಗಳನ್ನು ಉಪ ಯೋಗಿಸಬಹುದು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸಬಹುದು.

ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಹಾನಿಗಳು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ರಚನೆ, ಆಕಾರಗಳ ವ್ಯತ್ಯಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಅವು ಚೂರು ಚೂರಾಗಬಹುದು, ಊದಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇವುಗಳ ಒಳಗೆ ಮಂದವಾದ ವಸ್ತು ಶೇಖರವಾಗಬಹುದು. ಈ ಹಾನಿಗಳು ಎಲ್ಲೆ ಮೀರಿ ಹೋದಾಗ ಅವು ಪುನಃ ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರಲಾರವು. ಅಂದರೆ ಹಾನಿ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಅವುಗಳ ಪುನರುಜ್ಜೀವನ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಅವನತಿ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಅಂದರೆ ೧) ಇವು ಛಿದ್ರವಾಗಿ ಸಣ್ಣ ಕಣಗಳಾಗಿ ನಶಿಸಿ ಹರಡುವುದು. ೨) ವಿಪರೀತ ಊದಿಕೊಂಡು ಅವಕಾಶಗಳಂತಾಗುವುದು. ೩) ಹೆಚ್ಚು ವಸ್ತುಗಳು ಶೇಖರವಾಗಿ ಅದು ನಯವಾದ ಕಣಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಮೂರು ರೀತಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣ

ಬಹುದು. "ಮಸಕಾದ ಊದುವಿಕೆ"ಯಲ್ಲಿ ಮೂರನೆ ರೀತಿಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ಜೀವಕೋಶವೇ ಹಾಳಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಾಂಡ್ರಿಯೊಸ್ಫಿಯರ್ (Condriosphere), ಅಂದರೆ ಜೀವಕೋಶದ ಎಲ್ಲಾ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಅವನತಿ. ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸ್ಕರ್ವಿ (Scurvy) ರೋಗಪೀಡಿತರಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತದೆ.

ಕ್ರಿಯೆ : ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ ರಚನೆಗೂ, ಅವು ನಿರ್ವಹಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ೧೮೯೦ರಲ್ಲಿಯೇ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾಗಳಿಗೂ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಉಸಿರಾಟಕ್ಕೂ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂದು ಆಲ್ಟ್‌ಮನ್ ತಿಳಿಸಿದನು. ಸ್ನಾಯು ಜೀವಕೋಶಗಳ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಿಂದ ಸಕ್ಸಿನಿಕ್ (Succinic) ಮತ್ತು ಸೈಟೋಕ್ರೋಮ್ ಆಕ್ಸಿಡೇಸ್ (Cytochrome oxidase) ಗಳಿರುವ ಬಹು ಕಿಣ್ವಸಮೂಹವನ್ನು ೧೯೪೯ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಕೈಲಿನ್ (Keilin) ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದನು. ಆದರೂ ಬೆನ್ಸಿಲಿ ಮತ್ತು ಹೋಯರ್ (Bensyly and Hoeor)ರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವ ಸಮೂಹಗಳ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಳಕು ಬೀರಿ ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯಾವಿನ್ಯಾಸದ ಬಗೆಗೆ ಇಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಕಾರಣರಾದರು. ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಉಸಿರಾಟ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ (ನಿಲೀಕರಣ) ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಆಹಾರದ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಾದ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥ, ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬುಗಳನ್ನು ಜೀವದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಂಗಾಲದ ಏಕಾಂಶಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಕ್ರೆಬ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬು ಆಮ್ಲ ಆವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಕಿಣ್ವಗಳೆಲ್ಲವು ದ್ರವ್ಯವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಉದ್ಭವ : ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಮೂರು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದು. (೧) ಹಿಂದೆಯೇ ಇದ್ದ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳ, ವಿಭಜನೆ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯಿಂದ ಹೊಸವು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. (೨) ಮೈಟೋ ಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಹೊಸದಾಗಿ ಯಾವ ಮೂಲವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಕಡಲು ಪೋರ (Sea urchin) ತತ್ತಿಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆದ ಪ್ರಯೋಗದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಈ ಭಾವನೆಗೆ ಮೂಲವಾಗಿವೆ. ಈ ತತ್ತಿಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರೆದು ಕೇಂದ್ರಾಪಗಮನ (centrifugation) ದಿಂದ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದಾಗ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಭಿನ್ನಾಂಶಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದರಲ್ಲಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳಿರುತ್ತವೆ, ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲದಿರುವ ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಿ ಬೆಳೆಸಿದರೆ ಮುಂದಿನ ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಭಾವನೆಗೆ ವಿಪರೀತ ವಿರೋಧವಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ನ್ಯೂನತೆಗಳಿರಬಹುದೆಂದು

ವಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬಹುಶಃ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಇಲ್ಲ ಎನ್ನುವ ಭಿನ್ನಾಂಶದಲ್ಲಿ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಈ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿರಬಹುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. (೩) ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯವಲ್ಲದ ಮೂಲದಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದೆಂಬುದೇ ಮೂರನೆಯ ಊಹೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಾಗ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಾದ ಪಟಲಗಳು, ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಪಟಲಗಳು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಪಟಲಗಳು ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿರುವುದು ಮತ್ತು ಒಂದೊಕ್ಕೊಂದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ಲಾಸ್ಮ ಪಟಲದ ಪ್ರವಹಣೆ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯಿಂದ ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದು ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಮೂಡಿಬಂದಿದೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲದಿಂದ ಮಿಸೋಸೋಮ್‌ಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುವುದು ಈ ವಾದಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಅನೇಕ ರೀತಿಯ ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಇವುಗಳ ಉದ್ಭವದ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ಆದರೂ ಇಂದಿಗೂ ಈ ಸಮಸ್ಯೆ ಇನ್ನೂ ಅಪೂರ್ಣವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ.

ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆ

ಈ ರಚನೆಯನ್ನು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದವನು ಗಾಲ್ಗಿ (Golgi, ೧೮೯೮). ಆದುದರಿಂದ ಈ ರಚನೆಗೆ ಈ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ರಜತ ಮಿಶ್ರವರ್ಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಗೂಬೆಯ ಮಿದುಳಿನ ಸೆರಬ್ರಲ್ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ ಭಾಗದ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಅರ್ಧ ಚಂದ್ರಾಕೃತಿಯ ಬಲೆಯಂತಿರುವ ಈ ರಚನೆಯನ್ನು ಆತನು ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಗುರುತಿಸಿ ವಿವರಿಸಿದನು.

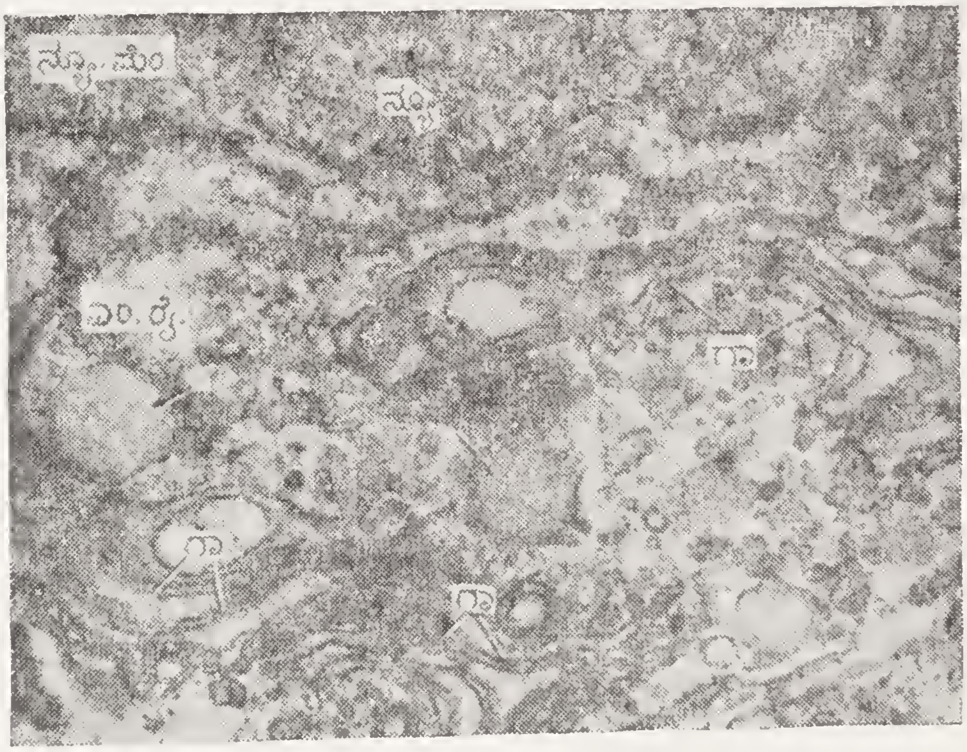
ಹೈಯಲೋಪ್ಲಾಸಂ (Hyoloplasm)ನ ಭಾಗವೊಂದು ವಿಭೇದೀಕರಣದಿಂದ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯಾಗಿದೆ ಯೆಂದು ಭಾವಿಸಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಜೀವಂತ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಕಾಣುವುದು ಕಷ್ಟ. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಇದು ಬಹಳ ಸಂಶೋಧಕರ ಗಮನವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದೆ. ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ನ್ಯೂನತೆಗಳು ತುಂಬಿದ ಸಂಶೋಧನಾ ಕ್ರಮಗಳು ಇದರ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಗಳ ಬಗೆಗೆ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಭಾವನೆಗಳು ಜನಿಸಲು ಕಾರಣವಾದವು. ಇದರ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ತಲೆದೋರಿದವು.

೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಪರಾಟ್ ಮತ್ತು ಪೇನ್‌ಲೀವ್ (Parat and Painleave) ತಮ್ಮ ವ್ಯಾಕ್ಯುಓಮ್ (Vacuome) ತತ್ವವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ಇದರ ಪ್ರಕಾರ ವ್ಯಾಕ್ಯುಓಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಅವಕಾಶ ಮತ್ತು ನಾಳಿಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಪರಾಟನ್ ಪ್ರಕಾರ ಇವೇ ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಯ ನಿವೇಶಗಳು. ನಿಷಾದ ಕೆಂಪು (Neutral Red) ಬಣ್ಣ

ಉಪಯೋಗಿಸಿ ತೋರಿಸಿ, ಬಲೆಯಂತೆ ಕಾಣುವ ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಯು ಕೃತಕ ರಚನೆ ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನಿಷಾದ ಕೆಂಪು ವರ್ಣವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುವ ಅವಕಾಶಗಳಿರುವುದು ನಿಜ. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದರ್ಶಕಗಳ ಉಪಯೋಗ ಆರಂಭವಾದನಂತರವೇ ಇವುಗಳ ಬಗೆಗೆ ಸ್ಫುಟವಾದ ವಿಷಯಗಳು ತಿಳಿದುಬಂದುದು.

ಇದರ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿದ್ದರೂ, ಇದರ ಜೀವರಸಾಯನಿಕ ಸ್ವಭಾವ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿಯದು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಗಾಲ್ಗಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಾಂತರ ಪಟಲಗಳ ಸಮೂಹದ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸ ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯು, ವಿಶೇಷವಾದ ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿಕ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಅವಕಾಶವ್ಯೂಹದ ಒಂದು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಭಾಗ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಪಟಲವ್ಯೂಹದಂತೆ ಕಂಡು ಬಂದರೂ ಇದರಲ್ಲಿ ರೈಬೋಸೋಮ್‌ಗಳಿಲ್ಲದಿರುವುದು ಇದರ ಮುಖ್ಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಬಹುಶಃ ಇದು ಕಣಭಾಗದ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನ ಒಂದು ಭಾಗವಿರಬಹುದೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದು ನಿಜವಲ್ಲ.

ಗಾಲ್ಗಿಪಟಲಗಳ ರಚನಾವೈಖರಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಕೇಂದ್ರೀಕರಣ, ಕೆಲವು



ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಚಿತ್ರಪಟ.

ನ್ಯೂ. ಮೆಂ: ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾರ್ ಮೆಂಬ್ರೇನ್.

ನ್ಯೂ : ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್.

ಎಂ. ರೆ : ಎಂಡೊಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ.

ಗಾ : ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆ.

ಜೀವಕೋಶರಸಾಯನಿಕ ಗುಣಗಳು ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯನ್ನು ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಿಸುತ್ತವೆ.

ರಚನೆ: ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಆಕಾರ ರಚನೆಗಳಿವೆ.

೧. ಚಪ್ಪಟೆ ಚೀಲಗಳು ಅಥವಾ ಸಿಸ್ಟರ್ನಲ್ (Cisternal).

೨. ೬೦೦ Å ಗಾತ್ರದ ದಟ್ಟವಾದ ಸಂಚಿಗಳ ಗೊಂಚಲು; ಇವಕ್ಕೂ ಸಿಸ್ಟರ್ನಾಗಳಿಗೂ ನಿಕಟವಾದ ಸಂಬಂಧವಿದೆ.

೩. ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಯ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ ವಿಶಾಲವಾದ ಅವಕಾಶಗಳು; ಈ ಅವಕಾಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಣಗಳು ದಟ್ಟವಾಗಿ ಹರಡಿವೆ. ಇದರ ಒಳಗಡೆ ಏಕ ಕೇಂದ್ರಾಕಾರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳಿವೆ. ಈ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳು ನಡುವೆ ಕೋಶದ್ರವ್ಯವನ್ನೂ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿವೆ.

ಈ ಮೂರು ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳೇ ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಿರವಾದ ರಚನೆಗಳು. ಪುಟ್ಟ ಸಂಚಿಗಳು ಮತ್ತು ವಿಶಾಲ ಅವಕಾಶಗಳು ಈ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳಿಂದ ಹುಟ್ಟುವುದಾಗಿ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ.

ಗಾಲ್ಗಿಯೋಸೋಮ್ (Golgiosome) **ಅಥವಾ ಡಿಕ್ಟಿಯೋಸೋಮ್** (Dictyosome)—ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆಯು ಸದಾ ಬಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅಕಶೇರುಕಗಳಲ್ಲಿ ಡಿಕ್ಟಿಯೋಸೋಮ್ ಅಥವಾ ಗಾಲ್ಗಿಯೊಸೋಮುಗಳೆಂಬ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕೋಶಗೊಂಚಲುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಚಪ್ಪಟೆ ಚೀಲಗಳಿವೆ.

ಡಿಕ್ಟಿಯೋಸೋಮ್ ಬಾಗಿದ ತಟ್ಟೆಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದರ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ಪೇರಿಸಿದ ಚಪ್ಪಟೆ ಚೀಲಗಳಿವೆ. ಈ ಚೀಲದ ಅಂಚುಗಳು ಹಿಗ್ಗಿವೆ. ಇವುಗಳು ಹರಡಿರುವ ರೀತಿ ಯಾವ ಪ್ರವಣತೆಗೂ ಒಳಪಟ್ಟಿಲ್ಲ. ಈ ಸಂಚಿಗಳ ಒಳಗೆ ಕೆಲವು ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ಸ್ರವದ್ರವ ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಜೀವಕೋಶಗಳಂತೆಯೇ ಸಸ್ಯಗಳ ಕೆಲವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ (ಉದಾ: ಮುಸುಕಿನ ಜೋಳದ ಬೇರು ಟೋಪಿ) ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯು ಸ್ರವಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ರವಿತ ದ್ರವ್ಯವು ತುಂಬಿರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಅದು ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿ ಅನಂತರ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುತ್ತದೆ.

ಪಟಲಗಳ ದಪ್ಪ: ಅವು ಸುಮಾರು ೬೦ ರಿಂದ ೭೦ Å ದಪ್ಪವಿರುತ್ತವೆ. ಪಟಲಗಳ ಜೋಡಿಗಳ ನಡುವಿನ ಸ್ಥಳ ಅಥವಾ ಸಂಚಿಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಜಾಗ ಸುಮಾರು ೫೦ ರಿಂದ ೨೦೦ Å ಇರುತ್ತದೆ.

ನೆಲೆ: ಈ ನಡತೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೂ, ಒಂದೇ ಜೀವಕೋಶದ ವಿವಿಧ ಕ್ರಿಯಾ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವು ನೆಲಸಿರುವ

ಜಾಗ ಮಾತ್ರ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದುದು. ಸ್ರವಿಸುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಹರಡಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರವಣತೆ ಇದೆ. ಆದರೆ ಇತರ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗೂ ಜೀವಕೋಶದ ಮೇಲಿನ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಹರಡಿರುತ್ತವೆ.

ಕ್ರಿಯಾನಿರ್ವಹಣೆ : ಗಾಬ್ಲೆಟ್ (Goblet) ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿ, ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಗೂ ಜೀವಕೋಶದ ಸ್ರವಿಕೆಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆಂದು ೧೯೧೪ರಲ್ಲಿ ಕಾಜಲ್ (Cajal) ತರ್ಕಿಸಿದನು. ಈ ತರ್ಕಕ್ಕೆ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅಭ್ಯಾಸ ಆಧಾರಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದೆ.

ರೂಪಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಸಸ್ತನಿಗಳ ರೇತ್ರಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಸ್ರಾವಿಕ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು. ರೇತ್ರಾಣುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯು ಒಂದು ಸರಳವಾದ ದುಂಡು ವಸ್ತುವಿನಂತೆ ಗೋಚರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಸಂಚಿಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ಅವಕಾಶಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಗಾಲ್ಗಿಗಳ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆ ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ. ಸಂಚಿಗಳು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ನಡುವೆ ವಿಶಾಲ ಅವಕಾಶಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಒಂದೆರಡರಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ ಅಕ್ರೋಸೋಮಲ್(Pro-acrosomal) ಕಣಗಳು ದಟ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇವು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಮುಂಭಾಗದ ಧ್ರುವವನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾರ್ ಪಟಲಗಳಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡು ಅಕ್ರೊಸೋಮಲ್ ಕಣಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸ್ಪರ್ಮಟಿಡ್ (Spermatid) ಉದ್ದವಾಗಿ ಬೆಳೆದಾಗ, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಧ್ರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿರುವ ಅಕ್ರೋಸೋಮಿನ ಸಂಚಿಗಳು ಒಡೆದು ಶಿರಸ್ತ್ರಾಣ (Head Cap)ವಾಗುತ್ತವೆ. ಕಣಗಳು ಅಕ್ರೋಸೋಮಾಗುತ್ತವೆ.

ಟ್ರಿಫಾನ್ ನೀಲಿ (Triphan blue), ಕಬ್ಬಿಣ, ತಾಮ್ರದ ಮಿಶ್ರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅವು ಗಾಲ್ಗಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದಲೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಕೋಶದ್ರವ್ಯದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಕೋಶದ್ರವ್ಯದ ಮೂಲಕ ಹರಿದು ಗಾಲ್ಗಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಣಗಳಾಗಿ ಅಥವಾ ಹನಿರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಗಾಲ್ಗಿ ರಚನೆಯು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವ ಪಟಲ ಎಂದು ಹಿಂದಿನ ಈ ಅಭ್ಯಾಸಗಳು ತೋರಿದವು. ಲಿಪಿಡ್, ಭಂಡಾರ (Yolk), ಕಿಣ್ವಗಳು, ಪ್ರದೀಪಕಗಳೇ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಗಾಲ್ಗಿ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸಬಹುದು. ಗಾಲ್ಗಿಯು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದ ರಚನೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಕೇಂದ್ರಾಪಗಮನ ಬಲದಿಂದ ಗಾಲ್ಗಿಯನ್ನು ಜೀವಕೋಶದ ಇತರ ರಚನೆಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿ, ಗಾಲ್ಗಿಯಲ್ಲಿ ಆಲ್ಕಲೈನ್ ಫಾಸ್ಫಟೇಸ್ (Alkaline Phosphatase) ಕಿಣ್ವ ಇರುವುದಾಗಿ ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಆಮ್ಲ ಫಾಸ್ಫಟೇಸ್

ಕೂಡ ಗಾಲ್ಗಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಗಾಲ್ಗಿಯು ಜೀವಕೋಶದ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಇದು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ.

ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಸ್ತುಗಳು ಗಾಲ್ಗಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ರೇಡಿಯೋ ಆಟೋಗ್ರಾಫಿ (Radio autography) ಮತ್ತು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗಾಲ್ಗಿಯು ಜೀವಕೋಶವಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿ ಹೊರಹೋಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿಡುವ ಪಟಲ ಸಂಗ್ರಹ ಎಂದು ಹೇಳ ಬಹುದು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ದುಂಡಗಿರುತ್ತದೆ. ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಹಾನಿ ಉಂಟಾದರೂ ಅದು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಆಕಾರ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಹಳೆಯ ಜೀವಕೋಶಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂನತೆ ಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ರೇಷ್ಮೆಗ್ರಂಥಿಯ ಜೀವಕೋಶ ಮುಂತಾದ ರಾಕ್ಷಸಾ ಕಾರದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಇರಬಹುದು.

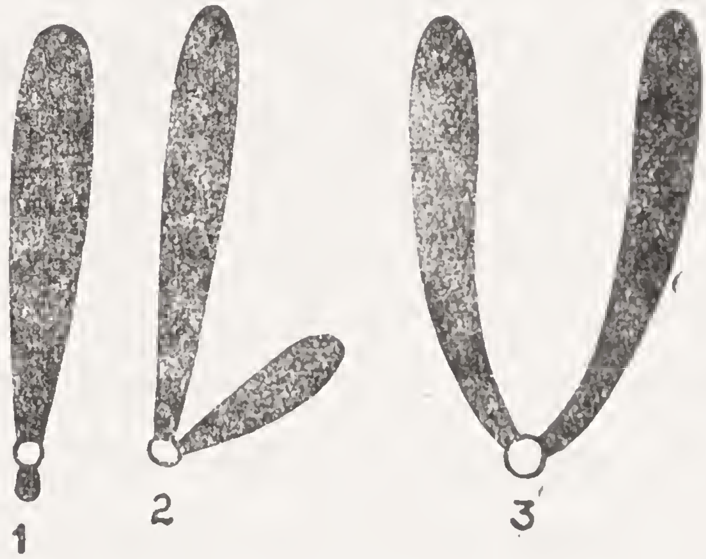
ತತ್ತಿ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದಲೇ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಸ್ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಪಟಲಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ ಟಾಮ್ಲಿನ್ ಮತ್ತು ಕುಲ್ಲನ್ (Tomlin and Cullan) ರವರು ಕಪ್ಪೆಯ ತತ್ತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸನ್ನು ವಿಚ್ಛೇದಿಸಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ಸುತ್ತಲೂ ಪಟಲಗಳಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರೂ ಇದನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಎರಡು ಪಟಲಗಳಿರುವುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಹೊರಗಿನ ಪಟಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮರಂಧ್ರಪೂರಿತವಾದುದು. ಒಳಗಿನ ಪಟಲ ಒತ್ತಾಗಿ ಹರಡಿದೆ. ಹೊರಗಿನ ಪಟಲದ ರಂಧ್ರಗಳು ೪೦೦ Å ಅಗಲವಿವೆ. ಅನಂತರದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಪಟಲಗಳೂ ಇದೇ ರಚನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಒಂದೊಂದು ಪಟಲದಲ್ಲಿಯೂ ಮೂರು ಪದರಗಳಿವೆ. ನಡುಪದರ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಒಳಗಿನ ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನ ಪದರಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಭಿಸರಣಗುಣವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಈ ಒಂದೊಂದು ಪದರವೂ ೭೦ ರಿಂದ ೮೦ Å ವರೆಗೆ ದಪ್ಪನಾಗಿವೆ. ಇದರ ರಚನೆಯೂ ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರಚನೆಯ ಪಟಲಗಳಂತೆಯೇ ಇದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಪಟಲಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ರಚನೆಗಳಲ್ಲ, ಇವೂ ಕೂಡ ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನ ಪಟಲದ ವ್ಯೂಹದ ಒಂದು ಭಾಗ ಎಂದು ವಾಟ್‌ಸನ್ (Watson) ಸೂಚಿಸಿದನು.

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್ ರಚನೆಯು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಒಳಗೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಕಂಡು ವಿವರಿಸಿದವನು ಫಾಂಟಾನಾ (Fontana, 1781). ಇದರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಅವಸ್ಥೆಗಳಿರುವಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ಯಾವ ರೂಪವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಇದು ಸುರುಳಿಸುತ್ತಿದ ದಾರದ ಉಂಡೆಯಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಅವಸ್ಥೆಯ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಎಸ್ಟಬಲ್ ಮತ್ತು ಸೊಟಿಲೋ (Estable and Sotelo) ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲೋನೀಮ (Nucleolonema) ಮತ್ತು ಪಾರ್ಸ್ ಅಮಾರ್ಫ (Pars amorpha) ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಾಂಶ ಆರ್ ಎನ್ಎ, ಡೈಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು (Diamino acids,) ಪ್ರೋಟೀನ್ ಆವರಿಸಿದ ಫಾಸ್ಫೋಲಿಪಿಡ್ (Phospholipid) ಗಳು ಇವೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್ಎ ಕೂಡ ಇದೆ ಎಂದು ಕೆಲವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಕ್ರಿಯಾ ವಿಶೇಷಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಗಾತ್ರ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಔಷಧಗಳು (Drugs) ಮತ್ತು 'ಕ್ಷ' ಕಿರಣಗಳು ಇದರ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನ ಸುತ್ತಲೂ ಪಟಲವಿದೆ ಎನ್ನಲು ಆಧಾರಗಳಿಲ್ಲ. ಒಣಗಿದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಅರೆಘನರೂಪದ ರಚನೆಗಳಂತೆ ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಸ್ತು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್ ತುಂಬಾ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್ ಮತ್ತು ನೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ವಸ್ತುಗಳು ಕೋಶದ್ರವಕ್ಕೆ ಹಾದುಬರಬಹುದು

ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿಸುತ್ತಿದ ದಾರದಂತಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ (ವರ್ಣತಂತು–chromosome) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವು ಕೇವಲ ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಜನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಆಕಾರವಿದೆ. ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಸಹ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಪ್ರಭೇದದ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ೧೮೮೮ರಲ್ಲಿಯೇ ವಾಲ್ಡಿಯರ್ (Waldeyer) ಇವುಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಆಗಿನ್ನೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಈ ಹೆಸರು ಬಂದಿರಲಿಲ್ಲ. ಟ್ರಾಡಿಸ್ಕಾನ್ಷಿಯ (Tradiscantia) ಗಿಡದ ಪರಾಗ ಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗೆ ಇವುಗಳ ನೇರವಾದ ಚಿತ್ರಣ ನಡೆಯಿತು. ಇದು ೪೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ ಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಬಗೆಗೆ ಸಿಕ್ಕುವ ಮೊದಲ ವಿವರಣೆ.

ವಿಶೇಷವಾದ ರಚನೆ, ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತೋರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಅಂಶಭಾಗಗಳು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಎಂದೆನ್ನಬಹುದು. ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿ ಇವಕ್ಕೆ ಇದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಜನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯಾವಿನ್ಯಾಸಗಳನ್ನೂ ಉಳಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲವು.

ಇವುಗಳ ಆಕಾರ ರಚನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕೋಶವಿಭಜನೆಯ ಮೆಟಫೇಸ್ (Metaphase) ಮತ್ತು ಅನಫೇಸ್ (Anaphase) ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅವು ಕೊಳವೆಯ ಆಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕ್ಷಾರೀಯ ವರ್ಣಗಳು ಮತ್ತು ಫಾಲ್ಗನ್ (Feulgen) ವರ್ಣಗಳನ್ನು ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ. ಮೆಟಫೇಸ್ ಮತ್ತು ಅನಫೇಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಆಕಾರವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಇವನ್ನು ಮೂರು ವಿಧವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು.



೧. ಅಕ್ರೊಸೆಂಟ್ರಿಕ್ (Acrocentric) ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳು : ಇವು ಕಡ್ಡಿಯಾಕಾರದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು. ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಬಾಹು ಇದೆ.

೨. ಸಬ್‌ಮೆಟಸೆಂಟ್ರಿಕ್ (Sub-metacentric) ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು : ಇವಕ್ಕೆ ಅಸಮವಾದ ಎರಡು ಬಾಹುಗಳಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 'L' ಆಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

೩. ಮೆಟಸೆಂಟ್ರಿಕ್ (Metacentric) ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು : ಇವಕ್ಕೆ ಸಮವಾದ ಬಾಹುಗಳಿವೆ. ಇವು 'V' ಆಕಾರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಜೊತೆಜೊತೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದೊಂದು ಜೊತೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಉದ್ದ, ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೆ ಹೋಮಾಲಗಸ್ ಅಥವಾ ಸಾದೃಶ (Homoogous) ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಹೀಗೆ ಜೋಡಿಯಾಗಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಡಿಪ್ಲಾಯಿಡ್ (Diploid) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೆಲವೊಮ್ಮೆ, ಜೀವಾಣು (Gamete)ಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಜೋಡಿ ಇಲ್ಲದೆ, ಕೇವಲ ಎಲ್ಲಾ ಜೋಡಿಯ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇದ್ದರೆ ಹ್ಯಾಪ್ಲಾಯಿಡ್ (Haploid) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ರೀತಿಯ ಒಂದು ಜೀವಕೋಶದ ಹ್ಯಾಪ್ಲಾಯಿಡ್ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು

ಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ೨೫ ಹ್ಯಾಪ್ಲಾಯಿಡ್ ಗಳಿದ್ದರೆ–೧೦ ಅಂಕ್ರೋಸೆಂಟ್ರಿಕ್ ರೀತಿಯವು, ೮ ಸಬ್‌ಮೆಟಸೆಂಟ್ರಿಕ್ ರೀತಿಯವು ಮತ್ತು ೭ ಮೆಟಸೆಂಟ್ರಿಕ್ ರೀತಿಯವು ಇರಬಹುದು. ಈ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರ ಮತ್ತು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಿಧಾನ ಸಂಖ್ಯೆ ಆ ಪ್ರಭೇದದ ಅಥವ ಆ ಕುಲದ (Genus) ಎಲ್ಲಾ ಸದಸ್ಯ ಜೀವಿಗಳ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮನ್ನೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

ಸೆಂಟ್ರೋಮಿಯರ್ (Centromere) : ಒಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಎರಡು ಬಾಹುಗಳು ಸಂಧಿಸುವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಿರಿದಾದ ಭಾಗವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರಥಮ ಸಂಪೀಡನ (Primary Constriction) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಕಿರಿದಾದ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕಣರೂಪದ ಸ್ಪಷ್ಟರಚನೆಯೊಂದಿದೆ. ಅದೇ ಸೆಂಟ್ರೋಮಿಯರ್. ಮೈಟಾಸಿಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ತೋರುವ ಚಲನಾ ವಿನ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಸೆಂಟ್ರೋಮಿಯರ್‌ಗೂ ಕ್ರಿಯಾಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಇತ್ತೀಚಿನವರೆಗೆ ಜೀವಕೋಶದ ವಿಭಜನಾಕದುರಿ (Division spindle)ನ ಎಳೆಗಳು ಈ ಸೆಂಟ್ರೋ ಮಿಯರ್ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬ ಭಾವನೆ ಇತ್ತು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದೇ ಸೆಂಟ್ರೋ ಮಿಯರ್ ಇರುತ್ತದೆ, ಆದರೆ ಎರಡು ಅಥವಾ ಮೂರು ಇರಬಹುದು. ಈ ಕ್ರೋಮೋ ಸೋಮುಗಳಿಗೆ ಪಾಲಿಸೆಂಟ್ರಿಕ್ (ಬಹುಕೇಂದ್ರ–Polycentric) ಕ್ರೋಮೋ ಸೋಮ್‌ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಉದಾ: ಜಂತುಹುಳು, **ಆಸ್ಕಾರಿಸ್ ಮೆಗಲೋ ಸೆಫಾಲ** (Ascaris megalocephala).

ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ಗಾತ್ರ, ರಚನೆ, ನಡತೆ ಮತ್ತು ಒಳಗಿನ ರಚನಾವಿನ್ಯಾಸಗಳು ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇದು ಅವುಗಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೀವಿಗಳ ಸ್ಥಾನಮಾನವನ್ನು (ವರ್ಗೀಕರಣದಲ್ಲಿ) ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿರುವ ಜೀವಿ ಎಂದರೆ ಜಂತುಹುಳು, ಆ. **ಮೆಗಲೋಕಿಫಾಲ ಯೂನಿವೇಲನ್ಸಿಸ್** (A megalocephala univalences). ಇದರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಒಂದು ಜೊತೆ ಇದೆ. ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಪ್ರೋಟೋ ಜೋವ ವಂಶದ ಅಗ್ರಿಗೇಟ (Agregata) ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು, ಇಲ್ಲಿ ೩೦೦ ಇವೆ.

ಆಕಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿಗೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಾದ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಯಾವ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿಯೇ ಆಗಲಿ ಗೊತ್ತಾದ ಒಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇವುಗಳ

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಕಾರ ರಚನೆಯೇ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್ ಆಕಾರಗಳು ಕೆಲವು ಸಾರಿ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರಾಣಿ ಜಾತಿಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವಾಗಿರಬಹುದು. ಅಕ್ರಿಡಿಡೆ (ಮಿಡುಸಗಳು Acrididae) ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಆಕ್ರೊಸೆಂಟ್ರಿಕ್ ಆಗಿರುತ್ತವೆ. ಆಂಫಿಬಿಯ (Amphibia) ಗಳಲ್ಲಿ ಮೆಟ ಸೆಂಟ್ರಿಕ್ ಆಗಿರುತ್ತವೆ.

ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳ ಉದ್ದ ಗಾತ್ರಗಳೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೦.೨ ರಿಂದ ೫೦μ ಉದ್ದ, ೦.೨ ರಿಂದ ೨μ ಅಗಲ ಇರಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯನ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ೪ ರಿಂದ ೬μ ಉದ್ದವಿವೆ.

ಒಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳು ಅಥವಾ ಒಂದು ಜೀವ ಕೋಶದ ಎಲ್ಲಾ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೂ ತಮ್ಮ ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿಕ ತನದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ನಡತೆಯನ್ನು ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ಕೆಲವು ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿಗಳಾಗಿರಬಹುದು. ಅವೇ ಭಾಗಗಳು ಇತರ ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿಗಳಾಗಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಸಮೂಹದಿಂದ ಭಿನ್ನವಾದ ವರ್ಣಗ್ರಾಹಿತನವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್‌ಗಳಿಗೆ ಅಥವಾ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮಾಟಿನ್ (Hetero-chramatin) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಯುಕ್ರೊಮಾಟಿನ್ (Euchro-matin) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮಾಟಿನ್ ಭಾಗಗಳು ತೋರಿಸುವ ಭಿನ್ನವರ್ಣಗ್ರಾಹಿತನಕ್ಕೆ ಹೆಟರೋಪಿಕ್ನೋಸಿಸ್ (Hetero pyknosis) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೆಟರೋಪಿಕ್ನೋಸಿಸ್ ಗುಣ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರಕ ಕ್ರೋಮ್ರೋಸೋಮುಗಳ ವಿಶೇಷ ಲಕ್ಷಣ. ಈ ಗುಣ ಇತರ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಇರಬಹುದು.

ಪ್ರೊಫೇಸ್ (Prophase) ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ತೆಳ್ಳಗೆ, ಉದ್ದವಾಗಿ, ಮಣಿಗಳನ್ನು ಪೋಣಿಸಿದ ಸರಗಳಂತೆ ಕಾಣಿಸುತ್ತವೆ. ಮಣಿಗಳಂತೆ ಕಾಣಿಸುವ ಈ ರೂಪಗಳಿಗೆ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್ (Chromomere) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಎರಡು ಮಣಿಗಳ ನಡುವಿನ ಭಾಗಕ್ಕೆ ಇಂಟರ್ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳ ಸ್ಥಾನ ನಿರ್ಧರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳ ರಚನೆಯ ಬಗೆಗೆ ಬಹಳ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿವೆ. ಕೆಲವರು ಅವನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರೆ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು ಇವು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಸುರುಳಿಗಳ ಒತ್ತಡದಿಂದ ಆದ ರಚನೆಗಳೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಲೆಪ್ಟೊಟೀನ್ (Leptotene) ಅವಸ್ಥೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋ

ಸೋಮಿನ ಎಳೆಗಳು ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಮಡಿಚಿಕೊಂಡಿರುವುದಾಗಿ ಕಾಣ ಬಂದುದೇ ಎರಡನೆಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಮತ್ತು ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಬಹಳ ಮಂದಿ ಅಂಗೀಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ದೈತ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು

ಕೆಲವು ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಜೀವನದ ಕೆಲವು ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ, ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ದೈತ್ಯಾಕಾರ ದಿಂದಾಗಿ ಅವುಗಳಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಗಾತ್ರವೂ ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಲಾಗದ ರಚನಾ ವಿವರಗಳನ್ನು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಆನುವಂಶೀಯ ವಸ್ತುವಿನ ಬಗೆಗೆ ಬೆಳಕು ಬೀರಿ, ಅದರ ಕ್ರಿಯಾ ವಿಶೇಷವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಅವು ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿವೆ.

ಈ ರೀತಿಯ ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧ. ೧) ಪಾಲಿಟೀನ್ (Polytene) ಮಾದರಿ. ಡಿಪ್ಟೆರ (Diptera) ಗಣಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳ ಡಿಂಬಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಣಬಹುದು. ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಇವು ಜೊಲ್ಲು ರಸ ಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ.

೨) ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು. ಇವು ಆಂಫಿಬಿಯಾಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ಕಶೇರುಕಗಳ ಹಾಗೂ ಅಕಶೇರುಕಗಳ ಊಸೈಟ್(Oocite)ನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಈ ಎರಡೂ ಮಾದರಿಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳು ರೂಪಿತವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಈಗ ಸೈಟೊಜೆನಿಟಿಕ್ (Cytogenetic) ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ವಿಶೇಷ ವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ದೈತ್ಯಾಕಾರದ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮು ಗಳು ಡಿಪ್ಟೆರಾ ಗಣದ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಮತ್ತಾವ ಪ್ರಾಣಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ಡಿಪ್ಟೆರಾ ಗಣದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ವೇಗವಾಗಿ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ನಡೆಸುವ ಡಿಪ್ಟೆರಾ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿರು ವುದು ಒಂದು ವಿಧದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸೌಭಾಗ್ಯವೆಂದೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಆನುವಂಶೀಯ ಅಭ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿಲ್ಲ. ಅವು ನಿಧಾನ ವಾಗಿ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ನಡೆಸುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಇವೆ.

ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು

ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ (Diplotene)

ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇವು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಭಂಡಾರ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ದೊಡ್ಡ ತತ್ತಿಗಳನ್ನಿಡುವ ಷಾರ್ಕುಗಳು, ಆಂಫೀಬಿಯನ್, ರೆಪ್ಟೈಲ್ (ಸರೀಸೃಪಗಳು) ಗಳ ಮತ್ತು ಪಕ್ಷಿಗಳ ಮೊಟ್ಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ.

ರೂಯಿಕರ್ಟ್ (Ruikert) ೧೮೯೨ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಇವನ್ನು ಪ್ರಿಸ್ಟಿಯೂರಸ್ (Pristiurus) ಎಂಬ ಷಾರ್ಕಿನ ತತ್ತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡನು. ಅವು ರೋಮಪೂರಿತವಾಗಿದ್ದುದನ್ನು ಅಥವಾ 'ಗುಂಗುರು' ರೂಪವನ್ನು ಕಂಡು ಅವಕ್ಕೆ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೆಂದು ಹೆಸರುಕೊಟ್ಟನು. ಅನಂತರ ೧೯೩೮ರಲ್ಲಿ ಡುರ್ಯೀ (Duryee), ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಡಾಡ್‌ಸನ್ (Dodson), ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾಲ್ಲನ್ (Callan), ಗಾಲ್ (Gall), ಆಂಫಿಬಿಯದ ತತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ೧೯೩೬ರಲ್ಲಿ ಕೋಸ್ಟಾಫ್ (Kostov) ಪಕ್ಷಿಗಳ ತತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದರು. ಆಂಫಿಬಿಯದ ತತ್ತಿಗಳ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ३೦೦ ರಿಂದ ೪೦೦μ ವ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ನೆಕ್ಟ್ಯೂರಸ್(Necturus)ನ ತತ್ತಿಯ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ ೧ ಮಿ.ಮಿ. ವ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಾಣಿಗಳ (ಯೂರೋಡೀಲ–Urodela) ತತ್ತಿಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ಡಿ‌ಎನ್‌ಎ ಮೌಲ್ಯವೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ದೈತ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿರುವುದೇನೂ ಆಶ್ಚರ್ಯವಲ್ಲ. ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೆಂದರೆ ೭೦೦ ರಿಂದ ೮೦೦μ ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವು ಅಗಲದಲ್ಲಿ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗಿಂತ ಕಿರಿದಾದರೂ ಇಷ್ಟು ಉದ್ದವಾದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಇನ್ನಾವ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ.

ಇದೇ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಡೈಯಾಕೈನಸಿಸ್ (Diakinesis) ಅವಸ್ಥೆಯ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕುಗ್ಗಿ ತುಂಬಾ ಸಣ್ಣಗಾಗುತ್ತವೆ. ಮೆಟಫೇಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಸಣ್ಣಗಾಗುತ್ತವೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಬೈವೇಲೆಂಟ್ (Bivalent) ನಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ಸದೃಶ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಎರಡೂ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಕೈಯಾಸ್ಮೇಟ(Chaismata)ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಒಂದೊಂದು ಸದೃಶ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಉದ್ದವಾಗಿ ಸೀಳಿರುವುದು ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸದಿದ್ದರೂ, ಇತರ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಂತೆ ಸೀಳಿಕೊಂಡಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಈ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ವಿಭಾಗವಾಗದ ಎರಡು ದಾರಗಳಾಗಿ, ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ದಾರದಿಂದ ಕಟ್ಟಿದಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ.

ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಪೂರ್ವಾರ್ಧದಲ್ಲಿಯೇ ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ

ಕ್ರೊಮೊಮಿಯರ್‌ಗಳಿಂದ ಒಂದೊಂದು ಜೊತೆ ಕುಣಿಕೆಗಳಿಂತಿರುವ ರಚನೆಗಳು ಹುಟ್ಟಿ ಎರಡು ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಚಾಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ಕುಣಿಕೆಗಳು ಎರಡು ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ಹರಡಿದ ಆಕಾರವೇ ಇವಕ್ಕೆ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಗಳೆಂಬು ಹೆಸರು ಬರಲು ಕಾರಣವಾಯ್ತು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ನಿಂದ ಒಂದೊಂದು ಜೊತೆ ಕುಣಿಕೆಗಳು ಮಾತ್ರ ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವುಸಾರಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಜೊತೆಗಳೂ ಹುಟ್ಟಬಹುದು. ಬಹುಶಃ ಈರೀತಿ ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಜೊತೆ ಕುಣಿಕೆಗಳಿರುವ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ಹಲವಾರು ಕ್ರೊಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ಒಡಗೂಡಿ ಆದ ಮಿಶ್ರಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್ ಗಳಿರಬಹುದು.

ಎಲ್ಲಾ ಕುಣಿಕೆಗಳೂ ಉದ್ದ ಮತ್ತು ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇರದೆ ಬದಲಾಗುತ್ತವೆ. ಒಂದೇ ಕುಣಿಕೆಯ ಆಕಾರವೇ ಊಸೈಟ್‌ಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಆದಿಯಲ್ಲಿ ಕುಣಿಕೆಗಳು ಸಣ್ಣದಾಗಿದ್ದು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ದೊಡ್ಡವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮುಂದುವರಿ ದಂತೆ ಕುಣಿಕೆಗಳು ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕುಣಿಕೆಗಳು ೨೦೦ ರಿಂದ ೩೦೦μ ಉದ್ದ ಇರಬಹುದು.

ಒಂದೊಂದು ಕುಣಿಕೆಗೂ ಒಂದು ಕೇಂದ್ರ ಅಕ್ಷವಿದೆ. ಇದು ಬಹುಶಃ ಡಿಎನ್‌ಎ ದಿಂದಾಗಿರಬಹುದು. ಈ ಅಕ್ಷದ ಸುತ್ತಲೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಮತ್ತು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳು ಕಾಳಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹರಡಿವೆ. ಈ ಕುಣಿಕೆಗಳು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ. ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಕುಣಿಕೆಗಳಿಂದ ಕಳಚಿ ಕೊಂಡು ಹೋಗಿ ಸುತ್ತಲ ಕೋಶದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಬಹುಶಃ ಅನುವಂಶೀಯ ವರ್ತಮಾನದ ಸ್ವರೂಪಗಳಿರಬಹದು ಹಾಗೂ ಜೀನ್ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಇದೊಂದು ಉದಾಹರಣೆ ಎಂದು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ವೈಟ್ (White) ಹೇಳಿದನು.

ಟ್ರೈಟೂರಸ್ ಕ್ರಿಸ್ಟೇಟಸ್ (Triturus cristatus)ನಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ೬೦೦೦ ದಿಂದ ೧೦,೦೦೦ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳಿವೆ. ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಜೋಡಿಸ ಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅಂತರ ತಂತುಗಳು ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅವನ್ನು ಕಾಣಬೇಕಾದರೆ ಫೇಸ್ ಕಾಂಟ್ರಾಸ್ಟ್ (Phase Contrast–ಅವಸ್ಥಾಭಿನ್ನತೆ) ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನೇ ಉಪ ಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಈ ಡಿಪ್ಲೋಟೀನ್ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳ ಜೋಡಿ ಲಕ್ಷಣ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇವು ಜೋಡಿಯಲ್ಲಿವೆ ಎನ್ನಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಆಧಾರಗಳಿವೆ. **ಟ್ರೈ-ಮಾಮರೇಟಸ್** (T-mameratus) ಸಾಲಮಾಂಡ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ

ಒಂದೊಂದು ಕುಣಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ, ಆದರೆ ದೂರದೂರದಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುವ ೨ ಸಾಲು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳಿವೆ. ಆ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಶಃ ಕ್ರೋಮೊಟಿಡ್‌ಗಳು ವಿಭಾಗವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿರಬಹುದು ಮತ್ತು ಇದರ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳೂ ಒಂದೊಂದು ಜೊತೆ ಕುಣಿಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸಿದಾಗ ಹೀಗೆ ಒಂದು ಜೊತೆ ಕುಣಿಕೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರು ವಾಸ್ತವವವಾಗಿ ಎರಡು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇರುವ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೊಫೇಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಅಂತ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಬೈವೇಲೆಂಟ್‌ಗಳು ಮೊಟಕಾಗುತ್ತವೆ, ಕುಗ್ಗುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಕುಣಿಕೆಗಳು ಕಣ್ಮರೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಕುಣಿಕೆಗಳನ್ನು ಬಹುಶಃ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ಪುನಃ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಒಂದನೆಯ ಮೆಟಫೇಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಬೈವೇಲೆಂಟ್‌ಗಳು ಕುಗ್ಗಿ ತಮ್ಮ ಸಹಜ ಆಕಾರವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತವೆ.

ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಪರ್ಮಟೋಜೆನಿಸಿಸ್ (Spermatogenesis) ಮತ್ತು ಊಜೆನಿಸಿಸ್ (Oogenesis) ನಲ್ಲಿ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಯಾಕಿಟೀನ್ ಬೈವೇಲೆಂಟುಗಳು 'ರೊಮಪೂರಿತವಾಗಿ' ಅಥವ ಉಣ್ಣೆಯ ರಚನೆಯನ್ನೇ ತೋರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ರಚನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಈ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪಕ್ಕದ ಕುಣಿಕೆಗಳಿರುವುದು ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣವಿರಬಹುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಡಿಪ್ಲೊಟೀನ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಮೂಲ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇವೆ. ಆದರೆ ಆಂಫಿಬಿಯಾದ ಊಸೈಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದು ಸುಲಬ. ಫಾಲ್ಗನ್ ವರ್ಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ಪಾಸಿಟಿವ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ಕುಣಿಕೆಗಳು ನೆಗೆಟಿವ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ತೋರುತ್ತವೆ.

ಪ್ರೊಟಿಯೋಲಿಟಿಕ್ (Proteolytic) ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಛಿದ್ರಗೊಳಿಸಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಕೆಲವಾರು ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್‌ಗಳಷ್ಟು ಉದ್ದವಿರುವ ಈ ಕ್ರೋಮ್ಯಾಟಿಡ್ ಒಂದೇ ಒಂದು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನಿಂದ ಆಗಿರಬಹುದು ಎಂಬ ವಾದಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಜಟಿಲ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಡಿಕೆಯಾಗಿ ಇರಬಹುದು. ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿಡ್‌ಗಳೂ ೧೦೦ ರಿಂದ ೨೦೦ Å ವ್ಯಾಸವಿದೆ.

ಆಂಫೀಬಿಯನ್ ಊಸೈಟುಗಳಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್‌ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಣುಗಳು, ಬಿಡಿಯಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಾರ್ ವಸ್ತುವಿನ ಗುಂಪು ಇದೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಕುಣಿಕೆಗಳಿಂದ ಹೊರಬಂದ ವಸ್ತುಗಳಿರಬಹುದೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕುಣಿಕೆಯೂ ಆನುವಂಶೀಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ (Genetic locus) ವೆಂದೂ, ಅದರಿಂದ ಕಳಚಿಕೊಂಡು ಹೊರಬೀಳುವ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಪ್ರೋಟೀನು ವಸ್ತುಗಳು ಆನುವಂಶೀಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಫಲವೆಂದೂ ಪರಿಗಣಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್‌ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಕುಣಿಕೆಗಗಳಿಗೂ ಡಿಪ್ಟೆರದ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬಾಲ್‌ಬಿನಿ (Balbini) ಉಂಗುರಗಳಿಗೂ ಸ್ವರೂಪ ಸಾಟಿ ಇದೆ ಎಂದು ಊಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಎರಡೂ ಭಾಗ ಗಳಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶೀಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀವರಸಾಯನಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆ ಗಳು ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಬಾಲ್‌ಬಿನಿ ಉಂಗುರುಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕೇವಲ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಒಂದು ಆನುವಂಶೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸಿದರೆ, ಊಸೈಟ್ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ಆನುವಂಶೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳೂ ಒಂದೇ ಸಾರಿ ಜೀವರಸಾಯನಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ತೋರುವುದನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ



ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕೋಮ್ರೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೋ ಎರಡೋ ಬಾಲ್ಬಿನಿ ಉಂಗುರ ಗಳಿದ್ದರೆ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಕುಣಿಕೆಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಲ್ಯಾಂಪ್‌ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೂ ಕೂಡ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಮಾದರಿಯವೇ ಎನ್ನಲು ಆಧಾರಗಳಿಲ್ಲ.

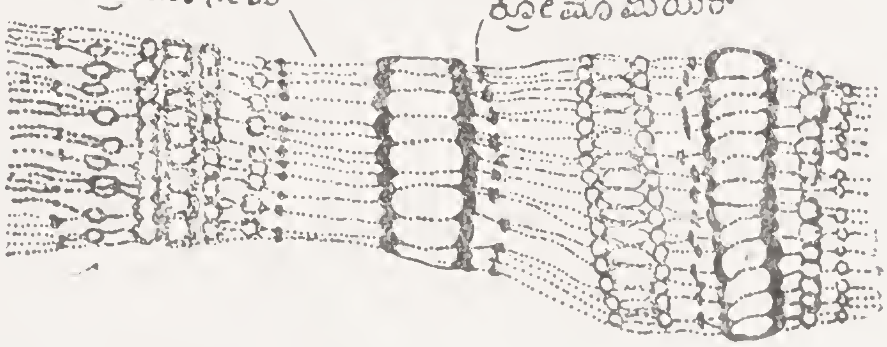
ಪಾಲಿಟೀನ್ ಮಾದರಿಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು

ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಡಿಪ್ಟೆರ ಗಣದ ಕೀಟಗಳ ಡಿಂಬಗಳ ಜೊಲ್ಲುರಸ ಗ್ರಂಥಿ, ಅನ್ನನಾಳ, ಶ್ವಾಸನಾಳ, ಪಿತ್ತ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಮಾಲ್ಪಿಘಿಯನ್ ನಳಿಕೆಗಳಂತಹ ಸೊಮ್ಯಾಟಿಕ್ (Somatic) ಅಂಗಾಶಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಇವಕ್ಕೂ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಜಗಜಾಂತರ. ಅವಕ್ಕಿಂತ ಇವು ನೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ಉದ್ದವಾಗಿವೆ ಮತ್ತು ದಪ್ಪವಾಗಿವೆ.

ಕೋಶಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ತಲುಪುವ ಡಿಂಬಗಳ ಜೊಲ್ಲುರಸ ಗ್ರಂಥಿಯ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನ ವ್ಯಾಸಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಾರ್ ಪಟಲದ ಒಳಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಸುತ್ತಿ ಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ.

ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಅಡ್ಡರೇಖೆಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬಣ್ಣವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ, ಕೆಲವು ಕಡಿಮೆ ಗ್ರಹಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಬಣ್ಣ ಗ್ರಹಿಸಿದ ಪಟ್ಟಿಗಳಿಗೆ ಅಂತರ ಪಟ್ಟಿ (Inter band) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಜೋಡಣೆ ಒಂದು ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಕೀಟಗಳದ ಡಿಂಬಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಫಾಲ್ಗನ್ ವರ್ಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಂಶ ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಅಗಲ ಪೂರ್ತಿ ಹರಡಿವೆ. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಸಾಲಾಗಿ ಜೋಡಿಸಿದ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳಿವೆ. ಅಂತರ ಪಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕಡಮೆ ನೂಕ್ಲಿಯರ್ ಆಮ್ಲವಿದೆ.

ಕೈರೋನಾಮಸ್ (Chironomus) ಕೀಟದ ಡಿಂಬದ ಜೊಲ್ಲುರಸಗಳಲ್ಲಿ ೧೮೮೧ರಲ್ಲಿ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ಬಾಲ್‌ಬಿನಿ (Balbini) ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಕಂಡನು. ಅನಂತರ ೧೮೮೪ರಲ್ಲಿ ಕೋರ್ಷೆಲ್ ಮತ್ತು ಕರ್ನಾಯ್ (Koreshelt & Carnoy) ಇದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಅವರು ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಸ್ಪೈರೀಮ್ (Spireme) ಎಂದು ಕರೆದರು. ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸುವ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಸಾಲಾಗಿ ಹರಡಿದ "ಜೀನ್"ಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ ಎಂದು ೧೯೦೦ರಲ್ಲಿ ಕೊಸ್ಟಾಫ್ (Kostoff) ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟನು.



ಈ ಸ್ಪೈರೀಮು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ೧೯೩೩ರಲ್ಲಿ ಹೈಟ್ಜ್ ಮತ್ತು ಬಾಯರ್ (Heitz & Bauyer) ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಹ್ಯಾಪ್ಲಾಯಿಡ್ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಇವು ಒಂದು ಜೋಡಿಯ ಸಾದೃಶ

ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ವಿಲೀನಗೊಂಡು ಉಂಟಾಗಿವೆ. ೧೯೩೩-೩೪ರಲ್ಲಿ ಪೇಯಿಂಟರ್ (Painter) ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಅನು ವಂಶೀಯ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಬಳಸಿಕೊಂಡನು. ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾದ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆಸಿ ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಡ್ಜಸ್ (Bridges) ಮತ್ತು ಕೋಲ್ಟ್ಜಾಫ್ (Kolt zaff) ರವರು ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಮೈಟಾಟಿಕ್ ಕ್ರೋಮೋ ಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಾಮ್ಯವನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇವು ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೇಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಂತೆ ಇವೆ ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಸುರುಳಿ ಬಿಡಿಸಿ ಕೊಂಡು, ಅವು ಅನೇಕ ಸಾರಿ ಪುನಃಪುನಃ ವಿಭಾಗವಾಗಿ, ಹೀಗೆ ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ಉಂಟಾದ ಭಾಗಗಳು ವಿಂಗಡಣೆಯಾಗದೆ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಉಳಿದಿವೆ. ಸುರುಳಿ ಬಿಡಿಸಿ ಕೊಂಡಿದ್ದರಿಂದ ಉದ್ದವಾದವು, ಬೆಳವಣಿಗೆಯಿಂದ ದಪ್ಪನಾದವು. ಇದು ಅವು ಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಉದ್ದವನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಇತ್ತಿರುವ ಉತ್ತರ. ಜೊಲ್ಲುರಸ ಗ್ರಂಥಿಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಎಂಡೋಪ್ಲಾಯಿಡಿ (Endoploidy) ಎಂಬ ಘಟನೆಯ ವಿಶೇಷ ರೂಪ ಎನ್ನುವುದು ಇನ್ನೊಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಇವನ್ನು ಖಾಯಂ ಆಗಿ ಪ್ರೊಫೇಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಉಳಿದ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಎಳೆಗಳು ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ ಇವಕ್ಕೆ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿತು.

ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ಮೆಲನೊಗ್ಯಾಸ್ಟರ್ (Drasophila melonogaster) ನಲ್ಲಿ ಈ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಗಳಿಗಿಂತ ೧೦೦೦ ದಷ್ಟು ದೊಡ್ಡವಾಗಿವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಉದ್ದ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದರೆ ೭.೫μ. ಆದರೆ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಉದ್ದ ೨೦೦೦μ ಇದೆ. ಇದು ೯ ಅಥವ ೧೦ರಷ್ಟು ನಡೆಯುವ ದ್ವಿಪ್ರತಿಯಿಂದಾಗಿ ಈ ಗಾತ್ರವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ೧೦೦೦ ದಷ್ಟು ಡಿ. ಎನ್. ಎ. ಅಂಶವೂ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಚನೆ : ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಲ್ಲಿ ನೋಡಿದಾಗ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಹರಡಿರುವ ಪಟ್ಟಿ ಗಳು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ತಟ್ಟೆಗಳಂತಿವೆ. ಇಲ್ಲಿ ಇರುವ ಅನೇಕ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳು ಕ್ರೋಮೋನಿಮೇಟಗಳಿಂದ ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿವೆ. ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳಿಗೂ ಇನ್ನೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳಿಗೂ ನಡುವೆ ಉದ್ದನೆಯ ದಾರಗಳ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಅಂತರ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳಿರಬಹುದು, ಆದರೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ಇಲ್ಲದಿರಬಹುದು.

ಪ್ರತಿ ಪಟ್ಟಿಗೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ದೂರದಲ್ಲಿ ಅಪಾರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಕೆಲವು ಸಾರಿ ಅನೇಕ ತೆಳುವು ಪಟ್ಟಿಗಳು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಸೇರಿ ಒಂದು ದಪ್ಪ ಪಟ್ಟಿಯಾಗಿ

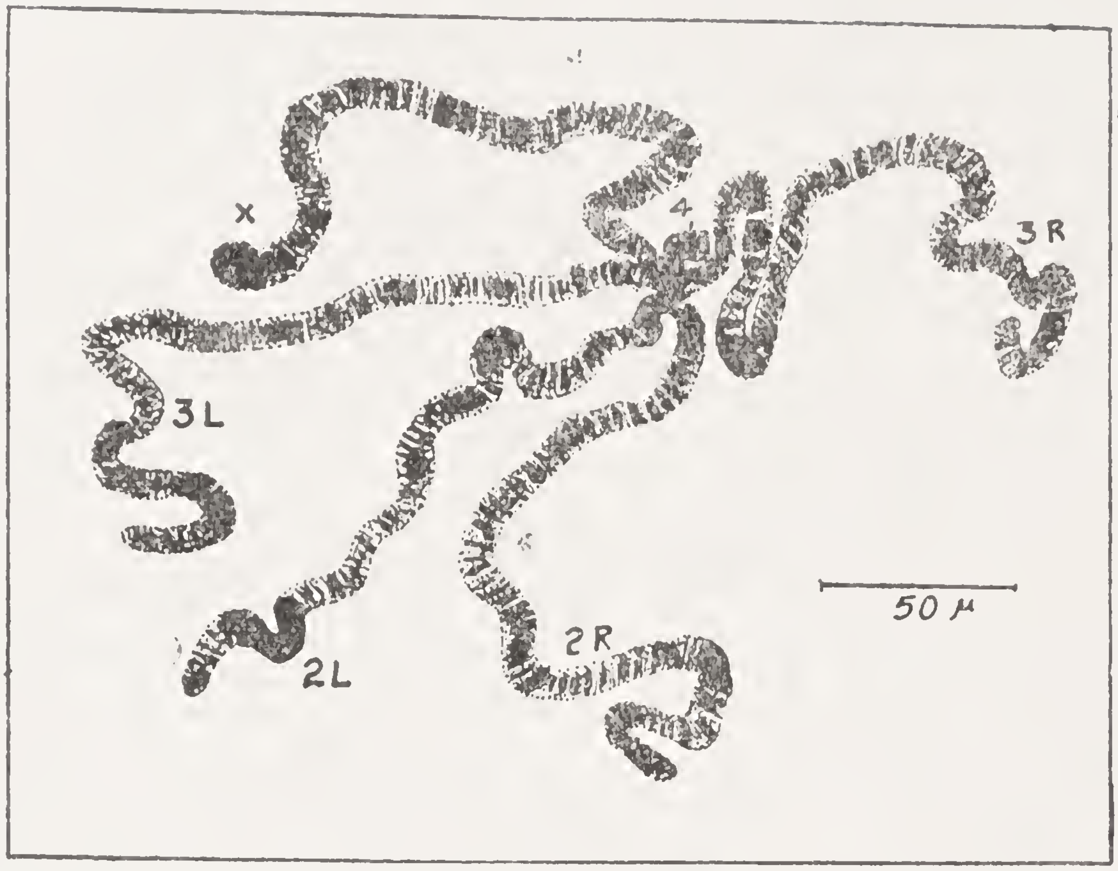
ಕಾಣಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದು ನಿಜವಲ್ಲ. ಕಾರಣ ಅವುಗಳ ನಡುವಿನ ಅಂತರ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಭಾಗ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿದ್ದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ.

ಒಂದೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಚಹರೆಯು ಬಹಳ ವಿಶೇಷವಾದುದು. ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ವರ್ಣಗ್ರಾಹಕ ಲಕ್ಷಣವು ಅದರ ದಪ್ಪವನ್ನನುಸರಿಸದೆ ಅದರ ಜೀವ ರಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಅನೇಕಸಾರಿ ಒಂದೇ ದಪ್ಪವಾದ ಮತ್ತು ಒಂದೇ ಆಕಾರದ ಎರಡು ಪಟ್ಟಿಗಳು ತುಂಬಾ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರಬಹುದು, ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಅತಿ ಕಿರಿದಾದ ಸ್ಥಳವಿರಬಹುದು. ಅವನ್ನು ಜೋಡಿಪಟ್ಟಿ ಅಥವ ಡಬ್ಲೆಟ್ (Doublet) ಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಒಂದು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಮೇಲಿರುವ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಪ್ರಭೇದ ದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದಕ್ಕೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತೋರುತ್ತದೆ. ಡ್ರಾ. ಮೆಲನೊಗ್ಯಾಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಂದಾಜನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದಾರೆ. 'X' ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ೧೦೦೦ ಕ್ಕೂ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟ ಪಟ್ಟಿಗಳಿವೆ. ಅದರ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ೫೧೮೦ ಪಟ್ಟಿಗಳಿವೆ. ವಿವರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದರೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚುಪಟ್ಟಿಗಳು ಸಿಗಬಹುದು.

ಈ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಸ ಅದರ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಒಂದೇ ರೀತಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶಾಲವಾದ ಹರಡಿದಂತಹ ರಚನೆಗಳಿರಬಹುದು. ಇವನ್ನು ಪಫ್ (Puff) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಕಿರಿದಾಗಿ ಇಕ್ಕಟ್ಟಾಗಿರಬಹುದು.

ಡ್ರಾ. ಮೆಲನೋಗ್ಯಾಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಈ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್ (Chromocenter) ಎಂಬ ಕೇಂದ್ರಬಿಂಬಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡ ಐದು ಉದ್ದವಾದ ಮತ್ತು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಎಳೆಗಳಂತಹ ಬಾಹುಗಳು ಇವೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್ ಬಳಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್ ಕೂಡ ಇದೆ. ಇದು ತೆಳುವಾದ ಕ್ರೊಮಾಟಿನ್ ತಂತುವಿನಿಂದ ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್‌ಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿದೆ. ಎಲ್ಲ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮ್‌ಗಳ ಸೆಂಟ್ರೋಮಿಯರ್‌ಗಳೂ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಪಕ್ಕ ಕ್ಕಿರುವ ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮಾಟಿಕ್ ಭಾಗವೂ ಸೇರಿ ಕ್ರೊಮೋಸೆಂಟರ್ ಆಗಿದೆ. ಈ ಆರು ಎಳೆಗಳು ಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಹೋಲುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅವನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಚಿಕ್ಕ ಬಾಹು ನಾಲ್ಕನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮನ್ನೂ, ಅತಿ ಉದ್ದವಾದ ಬಾಹು 'X' ಕ್ರೋಮೋಸೋಮನ್ನೂ ಉಳಿದ ನಾಲ್ಕು ಬಾಹುಗಳು ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯ 'V' ಆಕಾರದ ಕ್ರೊಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತವೆ. ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ 'X' ಕ್ರೋಮೋ ಸೋಮನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಎರಡು ಎಳೆಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ 'X' ಪ್ರತಿನಿಧಿ ಇದೆ. 'Y' ನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಬಾಹು ತುಂಬಾ ಗಿಡ್ಡ. ಅದು ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವಿಲೀನವಾಗಿದೆ.



ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ನೊಣದ ಲಾಲಾರಸಗ್ರಂಥಿಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು.
X ಮೊದಲನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು.
2L ಎರಡನೆಯದರ ಎಡಭಾಗ.
2R ಎರಡನೆಯದರ ಬಲಭಾಗ.
3L ಮೂರನೆಯದರ ಎಡಭಾಗ.
3R ಮೂರನೆಯದರ ಬಲಭಾಗ.
4 ನಾಲ್ಕನೆಯದು.

ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್‌ನ ಗಾತ್ರ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿಕ್ ಖಂಡಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ಜಾತಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್‌ಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಸೈಯಾರಿಡೆ (Sciaridae), ಕೈರೋನಾಮಿಡೆ (Chironomidae) ಮುಂತಾದ ಡಿಪ್ಟೆರ ಗಣದ ಇತರ ಕುಟುಂಬದ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್ ಇಲ್ಲ; ಹಾಗೆಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಟರೋ ಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಗಗಳು ಇಲ್ಲವೆಂದಲ್ಲ.

ಈ ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೈಟ್ಜ (Heitza) ಎರಡು ರೀತಿಯನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. (೧) ಆಲ್ಫ (Alfa) ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್; ಇದು ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಒತ್ತಾದ ಭಾಗವಾಗಿದೆ. (೨) ಬೀಟ (Beta) ಹೆಟರೋ ಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್; ಇದು ಶಿಥಿಲಭಾಗ, ಕ್ರೋಮೋಸೆಂಟರಿಗೆ ಹತ್ತಿರದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಅಂಶ.

ಒತ್ತಾದ ಹೆಟರೋಕ್ರೊಮ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಮವಾದ ರಚನೆ ಇಲ್ಲ, ಆದುದರಿಂದ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಪಟ್ಟಿಗಳು ಇಲ್ಲ.

ಜೊಲ್ಲು ರಸಗ್ರಂಥಿಕೋಶಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಸರ್ವಥಾ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ಗಳು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವರಲ್ಲಿ ಇವು ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಪ್ರವರ್ದಗಳಂತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವರಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ನಡುಭಾಗದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇಂದಿನವರೆಗೆ ಅಭ್ಯಸಿಸಿರುವ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಸಡಿಲವಾದ, ಹೆಟರೋಕ್ರೋಮ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಗವನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಬೆಳೆಯುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. **ಡ್ರಾ. ಮೆಲನೋಗ್ಯಾಸ್ಟರ್**‌ನಲ್ಲಿ ಇದು 'X' ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಮೇಲಿದೆ. ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ಜಾತಿಯ ಅನೇಕ ಪ್ರಭೇದಗಳು ಈ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ಜಾತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ, ಡಿಪ್ಟೆರ ಗಣದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ವಿಸ್ತರಣೆ ವಿವಿಧ ಪ್ರಭೇದಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿದೆ.

ಈ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿರುವ ಪಟ್ಟಿಗಳು ವಿಶೇಷ ಭಿನ್ನತೆಗಳನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸುವುದರಿಂದ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳ ವಿನ್ಯಾಸ, ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ನಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯಬಹುದು.

೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಡ್ಜಸ್ (Bridges) ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಗುರುತಿಸುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ರೂಢಿಗೆ ತಂದನು. ಈ ಕ್ರಮವನ್ನೇ ಕೊಂಚ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಅನೇಕ ಅನ್ವೇಷಕರು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. **ಡಾ. ಮೆಲನೋಗ್ಯಾಸ್ಟರದ** ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಪೂರ್ತಾ ೧೦೨ ಸಮಭಾಗದ ಖಂಡಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಿದ್ದಾರೆ,

ಮೊದಲನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ೨೦ (೧ರಿಂದ ೨೦)
ಎರಡನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ೪೦ (೨೧ರಿಂದ ೬೦)
ಮೂರನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ೪೦ (೬೧ರಿಂದ ೧೦೦)
ನಾಲ್ಕನೆಯ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ೨೦ (೧೦೧ರಿಂದ ೧೨೦).

ಈ ಪ್ರತಿ ಖಂಡವನ್ನೂ, ಪುನಃ ಸಣ್ಣ ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ, ಈ ಉಪಭಾಗಗಳನ್ನು ಇಂಗ್ಲೀಷು ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯ ದೊಡ್ಡ ಅಕ್ಷರಗಳಿಂದ ಗುರುತಿಸಿದರು ಈ ಉಪಭಾಗಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪಟ್ಟಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ಅಂಕಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು.

ಉದಾ : ೧೬A ಅಂದರೆ X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ 'A' ಪಟ್ಟಿ, ೧೬AL-೨ ಎಂದರೆ ಆ ಪಟ್ಟಿ ಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಅವಳಿ ಪಟ್ಟಿಗಳು.

ಒಂದೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಜೀನನ್ನು ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುತ್ತಿದೆ ಎನ್ನುವ ಏಕಪಟ್ಟಿ-ಏಕಜೀನ್' ವಾದವೊಂದಿದೆ. ಇದರ ರೀತಿಯಿಂದ ಒಂದು

ಪಾಲಿಟ್ರೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಕ್ರಮವು, ಲಿಂಕೇಜ್ (Linkage) ನಕ್ಷೆಯ ಜೀನ್ ಬಿಂದುಗಳ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅನುರೂಪವಾಗಿದೆ. ಪಟ್ಟಿಗಳ ಪುನರಾವೃತ್ತಿ ಮತ್ತು ಇಲ್ಲದಿರುವಿಕೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ಡ್ರಾಸೋಫಿಲ ಪ್ರಭೇದದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಜೀನ್ ಬಿಂದುಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಪಟ್ಟಿಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಹೋಮೋಜೈಗಸ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಭಾವ ಮಾರಕವಾಗ ಬಹುದು. ಅಪರೂಪವಾಗಿ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ಅಭಾವಗಳನ್ನುಳ್ಳ ನೊಣಗಳು ಬದುಕ ಬಹುದು. ಹೆಟರೋಜೈಗೋಟ್ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅವುಗಳ ಉಳಿವು ಅಭಾವ ಭಾಗದ ಉದ್ದವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪಟ್ಟಿ ಅಭಾವವಿರುವ ನೊಣಗಳು ಬದುಕುವ ಸಾಧ್ಯತೆ ಎರಡು ಪಟ್ಟಿಗಳ ಅಭಾವದ ನೊಣಗಳಿಗಿಂತ ಉತ್ತಮ.

ಒಂದೊಂದು ಪಟ್ಟಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಜೀನನ್ನು ಪ್ರತಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ ಎನ್ನು ವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದಾದರೆ ಆಗ ಒಂದೊಂದು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರೂ ಒಂದೊಂದು ಜೀನನ್ನು ಪ್ರತಿರೂಪಿಸುತ್ತದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಡಿಂಬದ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪಟ್ಟಿಗಳ ಘನೀಕರಣ ದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸ್ಥಳೀಯವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಊದುವಿಕೆಗಳಿಗೆ ಪಫ್ (Puff) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಪಫ್‌ಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಊದುವಿಕೆಗಳಿವೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಬಾಲ್ಬಿನಿ ಉಂಗುರ (Balbini Ring) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಬಾಲ್ಬಿನಿ ಉಂಗುರಗಳು ಕಾಣಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುವ ಆ ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಶೇಷ ಕ್ರಿಯಾ ಲಕ್ಷಣಗಳೆಂದು ಫಾಲ್ಸಾರ್ ಮತ್ತು ಮೆಟ್ಜ (೧೯೩೫) ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಉಂಗುರಗಳು ಕ್ರೋಮೋಮಿಯರ್‌ಗಳ ರಚನೆಯ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಮಾರ್ಪಾಡುಗಳಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಕಾಲಾ ನಂತರ ಈ ಉಂಗುರಗಳು ಸ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತವೆ. ಈ ಉಂಗುರಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇವು ಡಿಂಬದ ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕಾಲವನ್ನು ಭವಿಷ್ಯ ನುಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಊದಿಕೊಂಡ ಭಾಗಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಬೇಸೋಫಿಲ್ (Basophil) ಗುಣವುಳ್ಳ ಹನಿಗಳ ಮತ್ತು ಕಣಗಳ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ಹಿಗ್ಗುವಿಕೆಯಿಂದ ಈ ಬಾಲ್ಬಿನಿ ಉಂಗುರಗಳಾಗುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಬೀರ್‌ಮನ್ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

೧೦೦೦ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಕ್ರೋಮೋನಿಮೇಟಗಳು—ಈ ಪಟ್ಟಿ ಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗಿವೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೋನಿಮೇಟಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ವಾದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕುಣಿಕೆಗಳ ಗುಂಪಾಗಿ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಗಳಂತಹ ರೂಪವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದು 'ಪಾಲಿಟೀನ್' ವಾದದ

ಮುಖ್ಯಾಂಶ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಗೂ ಹೋಲಿಕೆಗಳಿವೆ ಎನ್ನುವ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ತಲೆದೋರಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ಹೋಲಿಕೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನವೂ ನಡೆದಿದೆ. ಲ್ಯಾಂಪ್ ಬ್ರಷ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಕುಣಿಕೆಗಳು ಅಲ್ಲಿಯ ಜೀನ್ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದುಂಟಾಗಿ ಆ ರೂಪ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಬಾಲ್ಬಿನಿ ಉಂಗುರಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಪಟ್ಟಿಯ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದೊಂದು ಜೀನಿನ ಚಟುವಟಿಕೆ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ.

ಜೀನ್ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಿಂದಾಗಿ ಆ ಅವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಪಫ್‌ಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ಬೀರ್‌ಮನ್ ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಪಫ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ವಸ್ತು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (Messenger RNA) ಎನ್ನಬಹುದು. ಪಫ್ ಉಂಟಾಗುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆ ಗ್ರಂಥಿಯು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೆನಿಟಿಕ್ (ಆನುವಂಶೀಯ) ಸುದ್ದಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತು ಈ ದೂತ–ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಹೊರಬೀಳುತ್ತದೆ. ಜೊಲ್ಲುರಸ ಗ್ರಂಥಿ, ಮಾಲ್ಪಿಘಿಯನ್ ಕೊಳವೆಗಳೇ ಮುಂತಾದ ಅಂಗಾಂಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪಾಲಿಟೀನ್ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾದೃಶ ಪಟ್ಟಿಗಳಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಪಟ್ಟಿಗಳ ರೂಪರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿರಬಹುದು. ಒಂದು ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಟ್ಟಿ ಊದಿಕೊಂಡು ಪಫ್ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಅದೇ ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಗಾಂಶದಲ್ಲಿ ಪಫ್ ಅಗದಿರಬಹುದು ಮತ್ತು ಅಧಿಕವರ್ಣ ಗ್ರಾಹಕ ಗುಣವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಬಹುದು. ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷದ ಪರಿಣಾಮಗಳೆಂದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಭೇದೀಕರಣದ ಪರಿಣಾಮವೂ ಆಗಿರಬಹುದು.

ರೈಬೋಸೋಮ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ

ಜೀವದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಅವಕಾಶ ವ್ಯೂಹಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಪಟಲಾವೃತದೊಗರುಗಳಿಗೆ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸರಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಿಂದ, ಹಿಂದಿದ್ದ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಜೀವದ್ರವ್ಯವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಜೀವಕೋಶ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಜೀವದ್ರವ್ಯವು ಸಮರೂಪವಾಗಿದೆ ಅಥವ ಕಣರೂಪವಾಗಿದೆ ಎಂದು ವಿವರಿಸಿದರು. ತೆಳುವಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡುವ ಕ್ರಮ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಬಂತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ವಿವರವಾದ ಪರಿಶೀಲನೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯ್ತು. ಜೀವದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಪಟಲಾವೃತನಳಿಕೆಗಳು ಮತ್ತು ಚಪ್ಪಟೆಯಾದ ಸಂಚಿ (ಸಿಸ್ಟರ್ನ–Cisterna) ಗಳು ಇರುವುದರ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಅಂತರ ಸಂಪರ್ಕಗಳಿರುವುದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಈ ರೀತಿಯ ವ್ಯೂಹದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ.

ಇದಕ್ಕೆ ಕಣರೂಪದ ಮತ್ತು ವಿಕಣರೂಪದ ಜಾಲರಚನೆಗಳು, ಗಾಲ್ಗಿರಚನೆ, ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಪಟಲಗಳು ಸೇರುತ್ತವೆ.

ಜೀವದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಇದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಭಾಗ. ಜೀವಕೋಶದ ಎಲ್ಲ ಜೀವಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ಈ ರಚನಾ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಶಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಕಿಣ್ವಗಳು ಈ ಭಾಗ ದಲ್ಲಿವೆ.

ಪಟಲಾವೃತದೊಗರುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶದ ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸಂ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ ಎಂದು ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಈ ವ್ಯೂಹದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಜೀವಕೋಶ ವಿಧಾನವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ನಡೆಯುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬೆಳೆದಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ವಿಶಾಲವಾದ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳಿವೆ. ಈ ಸಿಸ್ಟರ್ನಗಳನ್ನು ರೈಬೋಸೋಮುಗಳು ಆವರಿಸಿವೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ರೈಬೋಸೋಮುಗಳಿಗೆ ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳೆಂದು ಹೆಸರು.

ಜೀವಕೋಶ ರಚನೆಯ ಒಟ್ಟು ಮೊತ್ತದಲ್ಲಿ ಶೇಕಡಾ ೧೫ ರಿಂದ ೨೦ರಷ್ಟು ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೫೦–೬೦ರಷ್ಟು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಇದೆ. ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಕಿಣ್ವಗಳಿವೆ. ಮೈಕ್ರೋಸೋಮುಗಳು (೧) ಗ್ಲೈಕೊರೈಡ್ (Glycoride) ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ, (೨) ಪ್ಲಾಸ್ಮಾಲೊಜೆಲ್ (Plasmalogel) ಗಳ ಚಯಾಪಚಯಕ್ರಿಯೆ, (೩) ಮೇದಸ್ಸಿನ ಆಮ್ಲ (Fatty acids) ಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು (೪) ಸ್ಟೀರಾಯಿಡ್‌ಗಳ ಜೀವ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಡೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂನ ಪಾತ್ರ ತಿಳಿಯದು. ವಿವಿಧ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆ ಅವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ ತೋರುವ ಭಿನ್ನ ರಚನಾ ವಿನ್ಯಾಸವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಕೆಲವು ಕ್ರಿಯೆ ಗಳನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ ಅಳವಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ವ್ಯೂಹವು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಇತರ ವರ್ಣ ದ್ರವ್ಯಗಳೊಡನೆ ಜೀವ ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಕಲ್ಲಾಯಿಡ್ (Colloid) ರಚನೆಗಳಿಗೆ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಆಧಾರವಾಗಿದೆ. ಈ ವ್ಯೂಹಕ್ಕೂ ಅದರ ಹೊರಗಿನ ಕೋಣೆಗಳಿಗೂ ನಡುವೆ ವಸ್ತುವಿನಿಮಯವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ವ್ಯೂಹದ ಪಟಲಗಳಿಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಭಿಸರಣ ಗುಣವಿದೆ. ಈ ಪಟಲಗಳೂ ಸಹ ಪ್ಲಾಸ್ಮಪಟಲಗಳಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿರುವ ಕಿಣ್ವಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಗೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ವಿಶಾಲ ಅಂತರ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ಈ ಪಟಲಗಳು ಒದಗಿಸಿವೆ. ಈ ಪಟಲ ವ್ಯೂಹವು ಒಂದು ರೀತಿಯ ಪರಿಚಲನಾಕ್ರಮವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತದೆ. ಕಣಗಳು, ಅಣುಗಳ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಿ ಕಣಗಳು ಒಳಗೆ ಬರುತ್ತಿರುತ್ತವೆ, ಹೊರಗೆ ಹೋಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್

ನಿಂದ ಜೀವ ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ನಡೆಯುವ ಆರ್. ಎನ್. ಎ. ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ಗಳ ಪರಿಸರಣಕ್ಕೆ ಇದೇ ಮುಖ್ಯ ಮಾರ್ಗ ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವೂ ಇದೆ.



ಎಂ. ರೆ. ಎಂಡೋ ಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ರೆಟಿಕ್ಯುಲಂ.
ರೈ. ರೈಬೋಸೋಮು.

ರೈಬೋ ಸೋಮುಗಳು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಹಿರಿಯ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಜೀವಕೋಶ ತನ್ನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಕೂಡಿಡುತ್ತದೆ. ಪ್ರೋಟೀನು ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಯಂತ್ರಕ್ಕೆ ರೈಬೋಸೋಮುಗಳನ್ನು 'ಎಂಜಿನ್' ಗಳೆನ್ನಬಹುದು. ರೈಬೋ ಸೋಮುಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ. ರೈಬೋಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಭಾಗ ಆರ್ ಎನ್ ಎ ಅರ್ಧಭಾಗ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಇದೆ. ಇವು ಜೀವ ದ್ರವ್ಯದ ಭಾಗಗಳೆಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದ. ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ರೈಬೋ ಸೋಮುಗಳಿರುವುದನ್ನು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಆಲ್ಫ್ರಿ ಮತ್ತು ಮಿರ್‌ಸ್ಕಿ (Alfry & Mirsky), ವ್ಯಾಂಗ (Wang) ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇವೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅಂಶ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಭಿನ್ನವಾಗಿವೆ.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಇವು ಗುಂಪು ಗುಂಪಾಗಿ ಇರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಇವಕ್ಕೆ ಪಾಲಿ ರೈಬೋಸೋಮು (Polyribosome) ಗಳೆಂದು ಅಥವಾ ಪಾಲಿಸೋಮು (Polysome), ಅಥವಾ ಎರ್ಗೋಸೋಮ್ (Ergosome) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಇವೂ ಕೂಡ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಆನುವಂಶೀಯ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಡಿಎನ್ಎ ಮೂರು ರೀತಿಯ ಆರ್ಎನ್ಎ

ಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ೧) ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ೨) ಟಿಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (t-RNA) ಮತ್ತು ೩) ಆರ್‌ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (r-RNA). ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಮೂರೂ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎ ಯು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಸಂಕೇತ ಭಾಷೆಯ ನಕಲನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಟೇಪಿಗೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ನಲ್ಲಿರುವಸಂಕೇತದ ಪ್ರತಿಕೃತಿ ವರ್ಗಾವಣೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ನಲ್ಲಿರುವ "ಚತುರ್ಲಕ್ಷಣ ಭಾಷೆ" ಯು ಭಾಷಾಂತರವಾಗಿ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗೆ ಅನುಪೂರಕ ಲಕ್ಷಣವಾಗಿ ನಕಲಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಸುದ್ದಿಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಬಂದು ಜೀವ ದ್ರವ್ಯವನ್ನು ತಲುಪುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ ಯಂತ್ರವಾದ ಕೆಲವು ರೈಬೋಸೋಮುಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಕೂರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳು ರೈಬೋ ಸೋಮಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುವುದನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿವೆ.

ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಎಂಬ ಪದವನ್ನು ೧೯೬೧ ರಲ್ಲಿ ಜಾಕಬ್ ಮತ್ತು ಮೋನಾಡ್ (Jacob and monad) ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಇದು ಸುದ್ದಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತುಬರುವುದರಿಂದ ಈ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ.

ಟಿಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (ವರ್ಗಾವಣೆ) ಗೆ ಎಸ್‌ಆರ್‌ಎಸ್‌ಎ (ವಿಲೀನ) ಎಂದೂ ಹೆಸರು. ಇದು ಜೀವದ್ರವ್ಯದ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡು ರೈಬೋಸೋಮುಗಳಿಗೆ ಕೊಂಡೊಯ್ಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇವು ನಿಜಕ್ಕೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಯುವ ಯಂತ್ರಾಗಾರಗಳು. ಇಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ. ಎಷ್ಟು ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿರುತ್ತವೋ ಅಷ್ಟೇ ಟಿಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಗಳಿರುತ್ತವೆ.

ಈ ರೀತಿ ರೈಬೋಸೋಮುಗಳು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಆನುವಂಶೀಯ ಸಂಕೇತ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಮಾಡುವ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಡಾ|| ಬನ್ನೂರು ನಂ. ಬೋಳೇಗೌಡ

ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

ಆನುವಂಶಿಕಜ್ಞಾನ ಬಹುಹಿಂದಿನಿಂದ ಮಾನವನಿಗೆ ಅನುಭವವೇದ್ಯವಾಗಿದ್ದರೂ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ಪುಟಗೊಂಡು ಪ್ರತಿಸ್ಥಾಪನೆಯಾದದ್ದು ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿ. ಅಂದಿನಿಂದಲೂ ಅವ್ಯಾಹತವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಈ ಆಧುನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆ ಅತಿಬಿರುಸು, ಅತಿಚುರುಕು. ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಬಹುಮುಖ; ಅದರ ಕ್ಷೇತ್ರ ಅತಿವಿಶಾಲ. ಈ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲ ನಾಲ್ಕು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆದ ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸಾಧನೆಯ ಮೇಲೆ ಬೇರೂರಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಸಾಧಿಸಿರುವ ಆನುವಂಶಿಕ ರಹಸ್ಯಗಳು ವಿಚಾರವಂತರ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕುತೂಹಲವನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿವೆ, ಆಕರ್ಷಿಸಿವೆ ಮತ್ತು ದಿಗ್ಭ್ರಾಂತ ಗೊಳಿಸಿವೆ. ಅನೇಕರಿಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಎರಡು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮಹತ್ಸಾಧನೆ ಗಳು ಈ ಜಗತ್ತನ್ನೇ ಜಾಗ್ರತಗೊಳಿಸಿವೆ: ಒಂದು, ಬಾಹ್ಯಾಕಾಶಯಾನ ಮತ್ತು ಚಂದ್ರಮಂಡಲವನ್ನು ಅರ್ಥಾತ್ ಚಂದ್ರಲೋಕವನ್ನು ಸೇರುವ ಸಂಶೋಧನೆ. ಮತ್ತೊಂದು, ಜೀವಿಯ ಮೂಲಭೂತವಾದ ಜೀನಿ(Gene)ಯ ಅಥವಾ ಆನುವಂಶಿಕ ಘಟಕದ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಜೀನಿ ಸಂಕೇತ ಸೂತ್ರಗಳ ಅಥವಾ ಜೀನಿ ಲಿಪಿಗಳ (Genetic Codes) ಗೂಢಾರ್ಥದ ಅನ್ವೇಷಣೆ; ಮೇಲಾಗಿ ಜೀನಿಯನ್ನೇ ಪ್ರಯೋಗ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ, ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಸಾಧನೆ. ಇವೆರಡು ಮಹಾ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯದಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಿರಿಮೆ ಮತ್ತು ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ ವಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು.

ಹುರುಪು ಉತ್ಸಾಹದಿಂದ ಕೂಡಿ, ಚೇತನ ಸ್ವರೂಪಿಯಾಗಿ ಇಂದು ಬೆಳೆಯು ತ್ತಿರುವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಚಾರಮಾಡುವಾಗ, ಅದರ ಇಂದಿನ ಸ್ಥಾನಮಾನ ವನ್ನು ಸಮೀಕ್ಷಿಸುವಾಗ, ಅದು ನಡೆದು ಬಂದ ದಾರಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು. ಆಗಲೇ ಅದರ ಪ್ರಗತಿಪಥದಲ್ಲಿ ಕುಡಿಯೊಡೆದು ಹೊರಟ ಶಾಖೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಆ ಶಾಖೆಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಯಾವ ಹೊಂಬೆಳಕನ್ನು ಕಂಡವು, ಯಾವ ತತ್ವನಿರೂಪಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದುವು ಎಂಬುದು ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ.

ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನವು ಉದಯವಾಗಿ, ಆಧುನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ ಪಿತಾಮಹನಾದ ಗ್ರೆಗೋರ್ ಮೆಂಡೆಲನು ನಿರೂಪಿಸಿದ ಆನುವಂಶಿಕ ಮೂಲ ನಿಯಮಗಳ ಪುನರುತ್ಥಾನವಾದಮೇಲೆ, ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಬಟಾಣಿ, ಮುಸುಕಿನಜೋಳ, ಗೋಧಿ, ಟೊಮಾಟೋ ಮೊದಲಾದ ಸಸ್ಯಗಳ ಮೇಲೂ, ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ ಎಂಬ ಜಾತಿಯ ಹಣ್ಣೊಣ, ಇಲಿ, ಗಿನಿಹಂದಿ, ಕೋಳಿ, ದನಕರು ಮೊದಲಾದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಮೇಲೂ ತಳಿಮಿಶ್ರಣ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಮೆಂಡೆಲನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸಿದುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಹೊಸ ಹೊಸ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿಗೆ ತಂದರು. ಜೀವಿಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಜೀನಿಗಳಿಗೂ ಇರುವ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧ ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಕಳೆದ ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದಲೂ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ, ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ, ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಹಕಾರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಆನುವಂಶಿಕ ಮೂಲವಸ್ತುವಾದ ಜೀನಿಯ ಸ್ವರೂಪವು ಅರ್ಥವಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಜೀನಿಯನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಕುರುಹೂ ದೊರೆಯುವಂತಾಯಿತು.

ಈಗ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಮೆಂಡೆಲಿಸಂನ ಸ್ಥಿರೀಕರಣ ಮತ್ತು ಸಂಗ್ರಹಣ ಕಾರ್ಯಗಳು ಮುಂದುವರೆದು ವಿಚಾರಸಮ್ಮತ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Classical Genetics)ವು ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ೧೯೧೦ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭ ವಾದ ಮೋರ್ಗನನ ಎರಡು ದಶಕಗಳ ಮುಹಾಯುಗದಲ್ಲಿ ಜೀನಿವಾದವು ವೈಶಾಲ್ಯ ವನ್ನು ಪಡೆಯಿತು. ಈ ಸಾಧನೆಯ ಸಿದ್ಧಪುರುಷನಾದ ಥಾಮಸ್ ಹಂಟ್ ಮೋರ್ಗನ್ (೧೮೬೬-೧೯೪೫) ಎಂಬುವನಿಗೆ ೧೯೩೩ರಲ್ಲಿ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾಗಿದ್ದ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವೂ ಬಂತು. ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಪಡೆದ ವನು ಇವನೇ.

ಈ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಪಿಯರ್‌ಸನ್, ಯೂಲ್ ಮೊದಲಾ ದವರು ಮೆಂಡೆಲೀಯ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಮಾರ್ಗ ದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಿಟ್ಟ ಹೆಜ್ಜೆಯನ್ನಿಟ್ಟರು. ಹಾರ್ಡಿ ಮತ್ತು ವೈನ್‌ಬರ್ಗ್‌ರವರ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತದೊಂದಿಗೆ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುಚ್ಛೇತನ ಹರಿಯಿತು. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಜೀವಿಸಂದಣಿ (Population) ಮತ್ತು ಜೀವವಿಕಾಸ (Organic evolution) ದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಜೀನಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ವ್ಯಾಪನದ ಪ್ರೇರಕಶಕ್ತಿ (Dynamics of distribution) ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀವಿಸಂದಣಿ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Population genetics) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ಶಾಖೆ ಕವಲೊಡೆದು ಬೆಳೆಯಿತು. ಈ ಶಾಖೆಯ ಪ್ರಗತಿಯಿಂದ ಜೀವಿಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಜೀನಿ

ಆವೃತ್ತ (Gene frequency) ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳೇ ಜೀವ ವಿಕಾಸದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣವೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಿತು.

೧೯೦೦ರಲ್ಲಿಯೇ ಡಿವ್ರೀಸ್ ಎಂಬುವನು ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವು ಸ್ವಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗುವುದೇ ವಿಕೃತಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುವುದೆಂಬ ವಿಕೃತಿವಾದ (Mutation theory) ವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟನು. ಈ ವಾದವು ಕ್ರಮೇಣ ಹೊಸರೂಪು ಮತ್ತು ಚೈತನ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದು ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಡಾರ್ವಿನನ ಜೀವವಿಕಾಸ ವಾದವನ್ನು ಹೊಸ ದಾರಿಗೆ ಎಳೆಯಿತು. ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳು ಉದ್ಭವಿಸುವುದು ಅತಿ ವಿರಳ. ಜೀನಿಗಳು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಸಂಭವಿಸುವ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಗಳೇ ವಿಕೃತಿಗೆ ಮೂಲ ಎಂಬುದು ಅರಿವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಎಚ್. ಜೆ. ಮುಲ್ಲರ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೨೭ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಪ್ರಥಮಬಾರಿಗೆ ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ ಜಾತಿಯ ಹಣ್ನೊಣ ವನ್ನು ಎಕ್ಸ್–ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಒಡ್ಡಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ವಿಕೃತಿ ಗಳನ್ನು ಅಧಿಕಗೊಳಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಹೀಗೆಯೇ ಇತರರು ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣಗಳೂ, ಗಾಮ ಕಿರಣಗಳೂ ಕೂಡ ವಿಕೃತಿಜನಕಗಳೆಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. ಪ್ರಪ್ರಥಮಬಾರಿಗೆ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸ ಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಹೆಚ್. ಜೆ. ಮುಲ್ಲರನಿಗೆ (ಜನನ : ೧೮೯೦) ೧೯೪೬ ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವು ಬಂತು. ಹೀಗೆ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ರೂಪಗೊಂಡದ್ದೇ ವಿಕಿರಣ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Radiation genetics) ವಾಯಿತು.

ಇದೇ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಜೀವಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ, ಅದರ ಅಂಗಗಳ ರೂಪುರಚನೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಜೀನಿಗಳ ನಿರ್ದೇಶದ ಅಧ್ಯಯನವು ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿ ಪರಿವರ್ಧನೀಯ ತಳಿ ವಿಜ್ಞಾನ (Developmental genetics) ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ಶಾಖೆ ಪ್ರವರ್ಧ ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂತು.

ಹೀಗೆ ೧೯೪೦ ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಜೀನಿವಾದದ ಸುತ್ತಲೂ ಹಲವಾರು ವಿಶಿಷ್ಟ ಹಾಗೂ ವಿಪ್ಲವಕಾರಿ ಆನುವಂಶಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳ ಅಥವಾ ಜೀನ್ಯಾತ್ಮಕ ಮಂಡಲಗಳ (Genetic systems) ರಚನೆಯು ಬೆಳೆಯಿತು. ಜೀನಿವಾದವು ಕೇವಲ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಭೌತಿಕ ಆಧಾರ, ಆನುವಂಶಿಕ ವೈವಿಧ್ಯತೆಗಳ ಉಗಮ, ವೈಕಾಸಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಸಂಯಂತ್ರ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತ ವಾಗಿರದೆ ತನ್ನ ಸೀಮಾರೇಖೆಯನ್ನು ಕೋಶಿಕೀಯ ಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರ (Cellular physiology), ದೇಹದ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆ(Metabolism) ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮೊದಲಾದ ಜೈವಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೂ ವಿಶಾಲಗೊಳಿಸಿತು.

ಕಳೆದ ಮೂರು ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಜೀನಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ, ಅದರ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆ, ಅದು ಆಣುವಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವ ಬಗೆ, ವಿಭಿನ್ನ ಜೀನಿ ಅಥವಾ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ, ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತು (ಪ್ರೋಟೀನ್) ವಿನ

ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀನಿಗಳ ಪಾತ್ರ— ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಕೌತುಕಕಾರಿ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಜರುಗಿವೆ. ಈ ಮಹಾಕ್ರಾಂತಿ ಯುಗದಲ್ಲಿಯೇ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಮೂರು ಶಾಖೆಗಳು ಚಿಗುರಿ ಚಿಮ್ಮಿವೆ. ಅವೇ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Bio-chemical genetics), ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Bacterial genetics) ಮತ್ತು ಅಣುವಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Molecular genetics). ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Human genetics) ದ ಪ್ರಗತಿಯೂ ಗಮನಾರ್ಹ ವಾಗಿದೆ.

ಹೀಗೆ ಮೆಂಡೆಲ್-ಮೋರ್ಗನ್-ಮುಲ್ಲರ್‌ರವರ ಜೀನಿವಾದವು ಲೋಕ ಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಳಹದಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರವೃದ್ಧಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಮೇಲೂ, ರಷ್ಯ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ವ್ಯತಿರಿಕ್ತವಾದ ಆನುವಂಶಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಲೈಸೆಂಕೊ ಎಂಬುವನ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಿತು. ಈ ವಾದವು ೧೯೩೦ರ ಮೊದಲ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಅಂಕುರಪ್ರಾಯವಾಗಿದ್ದು, ೧೯೪೦ರ ಮಧ್ಯ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಗೆ ಬಂದು ಶಕ್ತಿ ಸಂಪಾದಿಸಿ, ೧೯೬೦ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಮುಪ್ಪು ಕಂಡು ಯಾರಿಗೂ ಅರಿಯದಂತೆ ಕಣ್ಮರೆಯಾಯಿತು. ಅವನು ಮಿಚೂರಿನ್ ಎಂಬುವನ ವಾದವನ್ನು ಮುಂದು ವರಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದು, ಲಾಮಾರ್ಕ್ ಎಂಬುವನ ಪರಿಸರ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಮೂಡುವ ಆನುವಂಶಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪುನಶ್ಚೇತನಗೊಳಿಸಿದನು. ಆ ದೇಶದ ಮತ್ತು ಆ ಕಾಲದ ಅಧಿಕಾರವರ್ಗದವರೂ ಕೂಡ ಅವನ ಹೊಸ ವಾದಕ್ಕೆ ಮಾರುಹೋದರು. ತಮ್ಮ ದೇಶದ ರಾಜಕೀಯ ತತ್ವಗಳಿಗೆ ಲೈಸೆಂಕೊವಿನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ವಾದ ಸರಣಿಯು ಸಮಂಜಸವಾಗಿ ಕಂಡುದರಿಂದ ಅವರು ಆ ವಾದಕ್ಕೆ ರಾಷ್ಟ್ರರಕ್ಷಣೆ, ಗೌರವ ಮತ್ತು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು. ಸ್ಟಾಲಿನ್‌ನ ನಂತರ ಬಂದ ರಾಜಕೀಯ ಪಟುಗಳಿಗೆ ಲೈಸೆಂಕೋ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಹುರುಳಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಅರಿವಾದ ಮೇಲೆ ಲೈಸೆಂಕೋವಿನ ಪ್ರಭಾವವೂ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಡಿಮೆ ಯಾಗಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾಯಿತು. ರಾಜಕೀಯ ರಕ್ಷಣೆಯ ಕಾರ್ಮೋಡ ತೇಲಿಹೋದಂತೆ ಜೀನಿವಾದಕ್ಕೆ ಮತ್ತೆ ಮನ್ನಣೆ ಪ್ರಾಪ್ತಿಯಾಯಿತು.

ವಿಕಿರಣ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳಲ್ಲದೆ ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣ, ಗಾಮಕಿರಣ ಮೊದಲಾದ ವಿದ್ಯು ದಯಸ್ಕಾಂತದ ವರ್ಣಪಟಲದ ಇತರ ವಿಕಿರಣಗಳೂ ಕೂಡ ವಿಕೃತಿ ಜನಕಗಳೆಂಬು ದನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮುಂದುವರಿದುವು. ಜೀವಕೋಶ ಮತ್ತು ಕೋಶಜಾಲ (Tissue) ಮೊದಲಾದ ಜೈವಿಕ ಮಂಡಲಗಳ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ವಿಕರಣ ಶಕ್ತಿಯ ಪರಿಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ವಿಕೃತಿಗಳೂ ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುವುವೆಂಬುದು

ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾಯಿತು. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಿರುವ ಸಾಧನೆಗಳು ಲೀ (೧೯೪೭, ೧೯೫೫) ಮತ್ತು ಡುಬೀನಿನ್ (೧೯೬೨) ಎಂಬುವರ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ, ಕ್ಯಾಚಸೈಡ್ ಎಂಬುವನ ಪ್ರಬಂಧದಲ್ಲಿ (೧೯೪೮) ಮತ್ತು ಹೊಲಾಂಡರ್ ಎಂಬುವನ (೧೯೫೩) ಸಂಪಾದನ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಫಾನೋ ಎಂಬುವನು (೧೯೪೨) ಅತಿ ನೀಲಕಿರಣ ಮೊದಲಾದ ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ಅಣುಗಳು ಉತ್ತೇಜನಗೊಳ್ಳುವುವೆಂಮೂ ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಣುಗಳ ಅಸ್ಥಾಯಿಕೆಯು ಅಧಿಕಗೊಳ್ಳುವುದೆಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನೇ ಒತ್ತಿ ಹೇಳಿ ವಿಕೃತಿಯ ಮೂಲದ ಬಗ್ಗೆ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ.

೧೯೪೬ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಔರ್‌ಬಾಹ್ ಮತ್ತು ರಾಬ್ಸನ್ ಎಂಬುವರು ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಭೌತಿಕ ಕಾರಕಗಳಂತೆಯೆ, ಮಸ್ಟರ್ಡ್ ಅನಿಲವೂ(ಆಲ್ಲೈಲ್ ಐಸೋ ಥೈಯೋ ಸೈಯನೇಟ್) ಕೂಡ ವಿಕೃತಿಜನಕ ವಸ್ತುವೆಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಿದರು. ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಯೂರಿಥೇನ್, ಫೀನಾಲ್, ಫಾರ್ಮಾಲ್ಡಿಹೈಡ್, ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಅಕ್ರಿಡೀನ್ ಬಣ್ಣಗಳು, ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್, ನೈಟ್ರಸ್ ಆಮ್ಲ, ಈಪಾಕ್ಸೈಡ್, ಎಥಿಲೀನ್ ಇಮೈನ್ಸ್, ಮಿಥೇನ್ ಸಲ್ಫೋರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಎಸ್ಟರ್, ಹಲವು ವಿಧದ ಪರಾಕ್ಸೈಡುಗಳು, ಬೆಂಜೋಪೈರೀನ್, ಕೇಫೀನ್, ಅಸೆಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಲ್ಯಾಕ್ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ, ಅಕ್ರೋಫ್ಲೇವೀನ್, ನೆಕ್ರೊಸೀನ್ ಎಂಬ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಬಹುದು.

ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕೃತಿ ಜನಕ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಒಂದೊಂದು ಜೀವಪ್ರಭೇದಕ್ಕೆ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದುವು. ಅದೇ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವು ಮತ್ತೊಂದು ಜೀವಿಯ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನೂ ಬೀರಲಾರದು. ಅಲ್ಲದೆ ಜೀವಿಯ ಒಂದೇ ಒಂದು ಲಿಂಗದ ಮೇಲೆ ಅಥವಾ ಲಿಂಗಕೋಶಿಕಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡುವ ಪ್ರಜನನ ಗ್ರಂಥಿಗಳ ಮೇಲೆ ಅದರ ಪ್ರಭಾವವು ಸೀಮಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಇದುವರೆಗೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಯಾವುದೂ ಕೂಡ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನದ ಮೇಲೆ ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಉಂಟು ಮಾಡಲಾರದು. ಮೇಲಾಗಿ ಇಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಯ ಒಂದು ವರ್ಣಪಟಲವೇ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಡೆಮೆರೆಸ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಚೆರೀಷಿಯ ಜಾತಿಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣ, ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವಾದ ಮ್ಯಾಂಗನೀಸ್ ಕ್ಲೋರೈಡುಗಳ ಪ್ರಭಾವಗಳಿಂದ ಉಂಟಾದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ತುಲನಾತ್ಮಕ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ ಅವುಗಳ ಸಮಾನ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಸ್ವಾನ್‌ಸನ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ

ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಕಾಲಾವಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಸ್ಟರ್ಡ್ ಅನಿಲದ ಪ್ರಬಲತೆಯನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಿ ನಡೆಸಿದ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಉಷ್ಣಾಂಶವು ಏರಿದಂತೆ ವಿಕೃತಿಗಳ ಪರಿಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚುವುದನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ನೋವಿಕ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಕೃತಿಜನಕ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನು ಹಲವು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ (ವಿಕೃತಿಜನಕ ವಿರೋಧಕಗಳು) ಶಮನಗೊಳಿಸಬಹುದೆಂಬವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾನೆ. ಕೋಲ್‌ಮಾರ್ಕ್ ಮತ್ತು ವೆಸ್ಟರ್‌ಗಾರ್ಡ್ ಎಂಬುವರು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಬ್ರೋಮೋ ಈಥೈಲ್ ಮೀಥೇನ್ ಸಲ್ಫೋನೇಟ್ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರ ಎಂಬ ಬೂಸ್ಟಿನ ಮೇಲೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಎಡನೀನನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಅಸಮರ್ಥವಾದ ಜೀನಿ (ad^-) ಯನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಣಸಾಮರ್ಥ್ಯವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿ (ad^+) ವಿಕೃತಿಗೊಳಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನೂ ಮತ್ತು ಆ ವಸ್ತುವು ಇನೊಸಿಟಲ್ ಜೀನಿನ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನೂ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನೂ ನಿರೂಪಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದರಿಂದ ಅವರು ವಿಕೃತಿಯನ್ನು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದೆಂಬ ಸಾಧ್ಯತೆಯನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಈಥೈಲ್ ಮೀಥೇನ್ ಸಲ್ಫೇಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ad^- ಜೀನಿಯು ad^+ ಜೀನಿಯಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು $inos^-$ ಜೀನಿಯು (ಇನೊಸಿಟಾಲ್‌ನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಲಸಮರ್ಥವಾದುದು) $inos^+$ ಜೀನಿಯಾಗಿ (ಈ ಜೀನಿಗೆ ಇನೊಸಿಟಾಲನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದೆ) ವಿಕೃತಿ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ ಹಣ್ಣೊಣಕ್ಕೆ ಮಸ್ಟರ್ಡ್ ಅನಿಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಪಡೆದ ವಿಕೃತಿಗಳು, ವಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಪಡೆದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಭೌತಿಕ ವಿಕೃತಿಜನಕ ಕಾರಕಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದರೂ, ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಇಚ್ಛಿಸಿದ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಆಶಾಜ್ಯೋತಿ ಮೂಡಿರುವಂತಿದೆ. ಕೆಲವರಂತೂ ವಿಕೃತಿಜನಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹದವರಿತು ನಿಯಂತ್ರಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯನ್ನೇ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಸಾಧನೆಯು ಕರಗತವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಭ್ರಮೆಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ದಿನ ಹಾನಿಕಾರಕ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ವಿಕೃತಿಗೊಳಿಸಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮತ್ತು ಉಪಯುಕ್ತ ಜೀನಿಗಳನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು ಕನಸು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಮಾನವನಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಅತ್ಯಂತ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಅತಿಮಾನವ (Super man) ನನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಬಹುದೆಂದು ನಂಬಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಕನಸಿನ ರಾಜ್ಯದಲ್ಲಿ ತಲ್ಲೀನರಾಗಿರುವವರ ಹೆಬ್ಬಯಕೆ ನನಸಾಗುವುದೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಹೇಳುವುದು ಕೂಸು ಹುಟ್ಟುವ ಮುಂಚೆ ಕುಲಾವಿಯನ್ನು

ಹೋಲಿಸಿದಂತೆ. ಆದರೆ ಇಂದು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಪ್ರಯೋಗ ಸಿದ್ಧಿಯಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳೂ ಕಂಡು ಬಂದಿಲ್ಲ.

ಪರಮಾಣುಯುಗದಲ್ಲಿ ಕಾಲಿಟ್ಟಿರುವ ಮಾನವನ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ವಿಕಿರಣದ ಅಪಾಯಗಳ ಮಹತ್ವಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಕೇವಲ ಎರಡು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳನ್ನು ೧೯೪೫ನೇ ಆಗಸ್ಟ್ ಆರರಂದು ಜಪಾನಿನ ನಗರಗಳ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿದ್ದರಿಂದ ಎರಡನೆಯ ಮಹಾವಿಶ್ವಸಮರ ಮುಕ್ತಾಯಗೊಂಡಿತು. ಅಂದಿಗೆ ಆ ನಗರಗಳು ನಾಶವಾದರೂ, ಆ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳಿಂದ ಸಿಡಿದ ಅತ್ಯತಿ ಶಕ್ತಿಯ ವಿಕಿರಣದ ಮಹತ್ವವು ಬೃಹದಾಕಾರವಾಗಿ ಕಂಡದ್ದು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳು ಉರುಳಿದ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ. ಜಪಾನ್ ಮತ್ತು ಅಮೇರಿಕದ ಅಟಾಮಿಕ್ ಎನರ್ಜಿ ಕಮಿಷನ್‌ನವರು ಹೊಸದಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿರುವ ಹೀರೋಷಿಮಾನಗರದ ಬಳಿ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗ ಮಂದಿರವನ್ನು ಕಟ್ಟಿಕೊಂಡು ವಿಕಿರಣದ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ತಮ್ಮ ಮೊದಲನೆಯ ವರದಿಯನ್ನು ೧೯೫೬ ರಲ್ಲಿ ಕೋಪನ್‌ಹಾಗೆನ್‌ನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಕಾಂಗ್ರೆಸಿಗೆ ಒಪ್ಪಿಸಿದರು. ಹೀರೋಷಿಮಾದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಸ್ಫೋಟವಾದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಇದ್ದವರ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದ ಸುಮಾರು ಅರವತ್ತೈದುಸಾವಿರ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಅಸಾಮಾನ್ಯ, ಅಮಾನುಷ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿಲ್ಲ ವೆಂಬುದು ಆ ವರದಿಯಲ್ಲಿ ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಈ ವರದಿಯನ್ನು ಓದಿದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರು ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳ ವಿಕಿರಣದಿಂದ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಪರಿಣಾಮವೂ ಸಂಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಬೊಬ್ಬೆಯಿಟ್ಟರು. ಆದರೆ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕೇವಲ ಮೊದಲ ಪೀಳಿಗೆಯ ೭೫೦೦೦ ಮಕ್ಕಳ ಮೇಲೆ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ್ದರೂ, ವಿಕಿರಣದ ನಿಜವಾದ ಭಯಂಕರ ಭಯೋತ್ಪಾದಕ ಪ್ರಭಾವವು ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಎಚ್ಚರಿಸಿದರು.

ಇದಾದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಹೀರೋಷಿಮಾದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ವರದಿ ಹೊರಬಂತು. ಈ ವರದಿಯು ಮಾನವನ ಲಿಂಗಸಹಬಂಧಿತ ಮಾರಕಗಳಿಗೆ (Sex linked lethals) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಈ ಬಗೆಯ ಮಾರಕ ವಿಕೃತಿಗಳು ದೃಶ್ಯಮಾನವಿಕೃತಿ (Visible mutations) ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಲಿಂಗಸಹಬಂಧಿತ ಮಾರಕಗಳು ಕೇವಲ ಗಂಡುವ್ಯಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಈ ನಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಸಂಭವಿಸುವ ಆನುವಂಶಿಕ ಆಘಾತಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟದ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾದ ದಂಪತಿಗಳಿಗೆ ಹುಟ್ಟಿದ

ಮಕ್ಕಳನ್ನು ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗದ ಇತರ ದಂಪತಿಗಳಿಗೆ ಹುಟ್ಟಿದ ಮಕ್ಕಳೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿ ತುಲನಾತ್ಮಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳಿಬ್ಬರ ಪೈಕಿ ಯಾರಾದರೊಬ್ಬರು ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗಿದ್ದರೆ ಅವರಿಗೆ ಹುಟ್ಟುವ ಮಕ್ಕಳ ಬಗ್ಗೆಯೂ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಲಾಗಿದೆ.

ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಲಿಂಗ ಸಂಬಂಧವಾದುವು ಮತ್ತು ಅವು ಲಿಂಗನಿರ್ಧಾರಕ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು. ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆ ಗಂಡು ಮಗುವಿನ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ತಾಯಿಯಿಂದ ಬಂದಿದ್ದರೆ, Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ತಂದೆಯ ಕೊಡುಗೆ. ಹೆಣ್ಣು ಮಗುವಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ತಂದೆಯಿಂದಲೂ ಮತ್ತೊಂದು ತಾಯಿಯಿಂದಲೂ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿ, ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಜೀನಿಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕೃತಿಯುಂಟಾಗಿ ಅಪ್ರಬಲ ಮಾರಕ ಜೀನಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಹೆಣ್ಣು, ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗವ ಗಂಡನೊಡನೆ ದಾಂಪತ್ಯಜೀವನ ನಡೆಸಿ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಪಡೆದರೆ ಆ ಮಕ್ಕಳು ಹೇಗಿರುತ್ತಾರೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನೋಡಬೇಕು. ಅಪ್ರಬಲಮಾರಕ ಜೀನಿಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ತಾಯಿಯ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಮಗನ ಭ್ರೂಣವನ್ನು ಸೇರಿದರೆ, ತಕ್ಷಣವೇ ಅದರ ಪ್ರಭಾವವು ಪ್ರಕಟವಾಗಿ ಮಗನ ಬಲಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ತಾಯಿಯ ಮೇಲಿನ ದೋಷಪೂರ್ಣ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಮಗಳ ಭ್ರೂಣವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ, ತಂದೆಯಿಂದ ಬರುವ ಪ್ರಬಲ ಜೀನಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಆ ಮಾರಕ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಹೆಣ್ಣುಮಕ್ಕಳ ಹತ್ಯಾಕಾಂಡವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವರಿಗೆ ಹುಟ್ಟುವ ಗಂಡು ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಈ ಶಾಪ ತಪ್ಪಿದ್ದಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಇಂತಹ ದಾಂಪತ್ಯ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಗಂಡು ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಸುಮಾರು ಸಮನಾಗಿರುವುದರ ಬದಲು ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಗಂಡು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಬಹು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗದ (X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಮಾರಕ ಜೀನಿಗಳಿಲ್ಲದವರು) ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳಿಗೆ ಹುಟ್ಟುವ ಹೆಣ್ಣು ಮತ್ತು ಗಂಡು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಸುಮಾರು ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಸತಿಪತಿಯರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಪತಿಯು ಮಾತ್ರ ವಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗಿ ತನ್ನ X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಮಾರಕ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರೆ ಅಂತಹವರ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುವ ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ತುತ್ತಾಗದ ದಂಪತಿಗಳಿಗೆ ಹುಟ್ಟುವ ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತಲೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಹಿರೋಷಿಮಾದಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ದೃಢಪಟ್ಟಿವೆ.

ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳ ಸಂಶೋ

ಧನೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಹಿಂದೆಂದೂ ಇಲ್ಲದಷ್ಟು ಆಸಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅಧ್ಯಯನ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಆಗಾಗ್ಗೆ ನಡೆಯುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮ್ಮೇಳನ ಹಾಗೂ ವಿಚಾರಗೋಷ್ಠಿಗಳೇ ಸಾಕ್ಷಿ; ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನ ಪ್ರಕಟನೆಗಳೇ ನಿದರ್ಶನ. ಏಕೆ, ಮಾನವನ ಆನುವಂಶಿಕ ರೋಗಗಳ ಅಧ್ಯಯನದ ಕ್ಷೇತ್ರವು ವಿಶಾಲವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ವೈದ್ಯಕೀಯ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ (Medical genetics) ಎಂಬ ಒಂದು ಶಾಖೆಯೇ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ. ಮಾನವನ ನೆತ್ತರಗುಂಪುಗಳು, ರಕ್ತಕಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನಲ್ಲಿ ದೋಷ, ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆ, ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಗಳು—ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜರುಗಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಗಮನಾರ್ಹವಾದುವು.

ಲಾಂಡ್‌ಸ್ಟೈನರ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹಸಂಶೋಧಕರು ಮಾನವನ ರಕ್ತಕಣಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಹಾಗೂ ಆನುವಂಶಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ O, A_1, A_2, B, AB, M, N, ಮತ್ತು MNಗಳೆಂದು ೧೯೪೦ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ವರ್ಗೀಕರಿಸಿದ್ದರು. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬನ ರಕ್ತವನ್ನು ಮತ್ತೊಬ್ಬನಿಗೆ ರಕ್ತಪೂರಣ ಮಾಡುವಾಗ ದಾನಿಯ ಹಾಗೂ ಸ್ವೀಕಾರಿಯ ರಕ್ತಗಳನ್ನು ಪೂರ್ವಭಾವಿಯಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂದು ಅವರು ಬಹಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಒತ್ತಿ ಹೇಳಿದ್ದರು. ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯಿಲ್ಲದ ಎರಡು ರಕ್ತಗಳ ಮಿಶ್ರಣಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಬಿಡಿಬಿಡಿಯಾಗಿರದೆ ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ತೋರಿಸಿದ್ದರು.

ವೀನರ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೪೩ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ Blood Groups and Transfusion ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ನೆತ್ತರುಗುಂಪುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವಾರು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಜಗತ್ತಿನ ವಿವಿಧ ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿ O, A, B, ಮತ್ತು AB ನೆತ್ತರಗುಂಪುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ, ತುಲನಾತ್ಮಕ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಅಂಶವನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿದ್ದಾನೆ. ಈ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ನೆತ್ತರುಗುಂಪುಗಳು ಜಗತ್ತಿನ ಪ್ರಧಾನ ಜನಾಂಗಗಳಾದ ಕಾಕೇಸೀಯ, ಮಂಗೋಲೀಯ, ಮತ್ತು ನೀಗ್ರೋಯಿಯ ಗುಂಪುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹರಡಿವೆ. ಪಶ್ಚಿಮ ಯೂರೋಪಿನ ಕಾಕೇಸೀಯ ಜನರ ನೆತ್ತರ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ O, A, B ಮತ್ತು AB ನೆತ್ತರ ಗುಂಪುಗಳು ೪೭ : ೩೮ : ೨೦ : ೫ರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇದೇ ಬಗೆಯ ಅನುಪಾತವನ್ನೇ ಆ ನಾಡನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಅಮೇರಿಕಾ ಖಂಡಕ್ಕೆ ವಲಸೆಹೋದ ಬಿಳಿಯರಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬಹುದೆಂಬುದು ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಆದರೆ ಪಶ್ಚಿಮ ಯೂರೋಪಿನಿಂದ ಪೂರ್ವ ಯೂರೋಪು, ಚೈನಾದೇಶದ ಕಡೆಗೆ ಹೋದಂತೆಲ್ಲಾ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ

ವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲಿಂದ ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ಕಡೆ ಬಂದಂತೆ A ಮತ್ತು O ಅಥವಾ A ಗುಂಪು ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ B ಗುಂಪು ಏರುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ವಿಲಿಯಮ್ ಬಾಯ್ಡ್ ಎಂಬುವನು ಆಫ್ರಿಕದ ಕುಬ್ಜರಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಗುಂಪಿನ ರಕ್ತಗಳು ೩೧ : ೩೦ : ೨೯ : ೧೦ ರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾನೆ. ಬೇರೆಬೇರೆ ಜನಾಂಗಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಜನರ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯವೂ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಪೆರೂದೇಶದ ಮೂಲನಿವಾಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ O ನೆತ್ತರ ಗುಂಪು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯದ ಮೂಲನಿವಾಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ O ಮತ್ತು A ಎಂಬ ನೆತ್ತರ ಗುಂಪುಗಳು ಕಂಡುಬಂದು, ಅವು ೩೪ : ೬೬ರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಡಚ್ ನ್ಯೂಗಿನಿಯ ಬುಷ್ ನೀಗ್ರೋ ಜನರಲ್ಲಿ O ಮತ್ತು B ನೆತ್ತರ ಗುಂಪುಗಳು ೮೩ : ೧೭ರ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ತಳಿವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದ ವಿಕಾಸವಾದಿಗಳು ನೆತ್ತರ ಗುಂಪಿನ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ನೆತ್ತರ ಗುಂಪುಗಳಿಗೂ ಹಾಗೂ ರೋಗಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವಿಕೆಗೂ ಇರುವ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕಳೆದ ಎರಡು ಮೂರು ದಶಕಗಳಿಂದ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಬಾಳ್ವೆಯ ಹೋರಾಟದಲ್ಲಿ ಯಾವ ನೆತ್ತರ ಗುಂಪಿಗೆ ಜಯಮಾಲೆ ಲಭಿಸುತ್ತದೆಯೆಂಬುದರ ಸುಳಿವು ಯಾವ ಸಂಶೋಧಕನಿಗೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಅಂತೂ ವಿಕೃತಿಜನ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ವೈಕಾಸಿಕ ಪಥದಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

M, N ಮತ್ತು MN ಎಂಬ ವಿವಿಧ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳ ಸಾಲಿಗೆ S ಎಂಬ ಹೊಸ ಆಂಟಿಜೆನ್ನನ್ನು ೧೯೪೭ರಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಯಿತು. ಮುಂದುವರಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಈ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜನರನ್ನು S, Ss ಮತ್ತು s ಎಂದು ಮೂರು ಗುಂಪುಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ವೀನರ್ ಮತ್ತು ವೆಕ್ಸಲರ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಈ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕುಟುಂಬಗಳನ್ನೂ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಅಂಶವನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. MNSs ಮತ್ತು Ms ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳನ್ನುಳ್ಳ ದಂಪತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಮಕ್ಕಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತಾರೆ. ಅವರು ಕೆಲವು ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ MSs ಮತ್ತು MNs ರಕ್ತದ ಗುಂಪುಗಳ ಮಕ್ಕಳಾಗಿರಬಹುದು; ಇಲ್ಲವೆ ಉಳಿದ ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ MS ಮತ್ತು MNSs ಗುಂಪುಗಳ ಮಕ್ಕಳಾಗಿರಬಹುದು. ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ವಿಚಿತ್ರದ ವರ್ತನೆಗೆ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲವರು ಒಂದೇ ಜೀನಿಯು ಬಹುವಾಗಿ ವಿಕೃತಿಗೊಂಡು ನಾಲ್ಕು ರೂಪಗಳನ್ನು (L^{MS}, L^{MS}, L^{NS} ಮತ್ತು L_{NS}) ತಾಳಿರುವುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು M ಮತ್ತು N ಹಾಗೂ S ಮತ್ತು s ಜೀನಿಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿದ್ದು ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿದ್ದು ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧನಕಾರಿಯಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಆನುವಂಶಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ನೆತ್ತರಿನ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳ ಶ್ರೇಣಿಗೆ U, Hu (ಹಂಟರ್), He (ಹೆನ್‌ಷಾ), P, ಲೂಥೆರನ್, ಕೆಲ್, ಲೆವಿಸ್, ಡಫ್ಫಿ ಮತ್ತು ಕಿಡ್ ಎಂಬ ರಕ್ತದ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ವಿವಿಧ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳಿಗೆ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ L ಎಂಬ ಜೀವಿಯು ಬಹುರೂಪಿಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗಿರುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. (ರಕ್ತದ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಈ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ನ್ನು ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳಿಸುವ ಜೀನಿಯನ್ನು ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ವಿಜೇತನಾದ ಲಾಂಡ್‌ಸ್ಟೈನರ್ ಎಂಬವನ ಗೌರವಸ್ಮಾರಕಾರ್ಥವಾಗಿ L ಜೀನಿಯೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ).

ಲಾಂಡ್‌ಸ್ಟೈನರ್ ಮತ್ತು ವೀನರ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೪೦ ರಲ್ಲಿ Rh ಎಂಬ ಹೊಸ ರಕ್ತದ ಗುಂಪನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಮಾನವನ ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ಷೇತ್ರದ ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆರೆದರು. ಇವರು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ರೀಸಸ್ (Rhesus) ಎಂಬ ಜಾತಿಯ ಕೋತಿಯ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣದಲ್ಲಿರುವ ಆಂಟಿಜೆನ್ನು ಅಮೇರಿಕದ ಕಾಕೇಸಿಯನ್ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ಎಂಭತ್ತೈದು ಭಾಗದ ಬಿಳಿಯರ ರಕ್ತಕಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಂಟಿಜೆನ್ನಿನಂತೆಯೇ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. ಉಳಿದ ಶೇಕಡ ಹದಿನೈದು ಬಿಳಿಯರ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಈ ಆಂಟಿಜೆನ್ ಲೋಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅವರು ಈ Rh ಆಂಟಿಜೆನನ್ನೇ Rh ಘಟಕವೆಂದು ಕರೆದರು. ಯಾರ ನೆತ್ತರಿನಲ್ಲಿ Rh ಘಟಕವಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅವರನ್ನು Rh-ಧಾರಕ (Rh-Positive) ರೆಂದೂ, ಅದಿಲ್ಲದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳನ್ನು Rh-ರಹಿತ (Rh-negative) ರೆಂದೂ ವಿಂಗಡಿಸಿದರು.

ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ರಕ್ತವನ್ನು ಮತ್ತೊಬ್ಬನಿಗೆ ರಕ್ತಪೂರಣ ಮಾಡುವಾಗ, Rh-ರಹಿತನಿಗೆ Rh-ರಹಿತನ ರಕ್ತವನ್ನು ಎಷ್ಟೇ ಬಾರಿ ಕೊಟ್ಟರೂ ಬಾಧಕವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ ಅವನಿಗೆ Rh-ಧಾರಕನ ರಕ್ತವನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಮಾತ್ರ ಕೊಡಬಹುದು. ಆಗ ಅಪಾಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಮ್ಮೆ Rh-ಧಾರಕನ ರಕ್ತವನ್ನು ಪಡೆದು ಪ್ರತಿರಕ್ಷೆಯನ್ನು (Antibody) ಪಡೆದ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಎರಡನೆಯ ಬಾರಿ Rh-ಧಾರಕನ ರಕ್ತವನ್ನು ಪೂರಣ ಮಾಡಿದರೆ ಅಪಾಯ ಖಂಡಿತ. ಮೊದಲ ರಕ್ತಪೂರಣದಿಂದ ಹೊಸದಾಗಿ ಬಂದ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳ ವಿರುದ್ಧ ಉದ್ಭವವಾದ ಪ್ರತಿರಕ್ಷೆಗಳು, ಎರಡನೆಯ ಬಾರಿ ಬಂದ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಂಧಿಸುವುದರಿಂದ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಂಡು ಅವನ ಸಾವಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ.

"ಎರಿತ್ರೋಬ್ಲಾಸ್ಟೋಸಿಸ್ ಫೀಟಾಲಿಸ್" ಎಂಬ ಭ್ರೂಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕಾಯಿಲೆಗೆ Rh-ಘಟಕದ ಪ್ರಭಾವವೇ ಕಾರಣವೆಂದು ೧೯೪೦ ರಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಈ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ತುತ್ತಾದ ಶಿಶುಗಳಲ್ಲಿ ರಕ್ತಹೀನತೆ, ಯಕೃತ್ತು ಮತ್ತು ಪ್ಲೀಹ ದಪ್ಪನಾಗುವುದು ಮತ್ತು ಭ್ರೂಣದ ಕೋಶಜಾಲಗಳಲ್ಲಿ ನೀರು ಸಂಗ್ರಹವಾಗುವುದು ವಿಶಿಷ್ಟ ಲಕ್ಷಣಗಳು. ಹಾಗೆ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ತುತ್ತಾದ ಮಕ್ಕಳು ಗರ್ಭಕೋಶದಲ್ಲಿಯೇ

ಸತ್ತುಕೊಂಡು ಹುಟ್ಟುವ ಸಂಭವಗಳೂ ಉಂಟು. ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾದವರ ವಂಶಾವಳಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ Rh-ಧಾರಕನಲ್ಲಿ Rh ಜೀನಿಯು ಪ್ರಬಲವೆಂದು ಮತ್ತು Rh-ರಹಿತನಲ್ಲಿ rh ಜೀನಿಯೂ ಅಪ್ರಬಲವೆಂದೂ, ಅವು ಮೆಂಡೆಲೀಯ ಆನುವಂಶಿಕ ನಿಯಮಗಳ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವುವೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂತು.

ಗಂಡ ಹೆಂಡಿರಿಬ್ಬರೂ Rh-ರಹಿತರಾಗಿದ್ದರೆ ಅವರ ಮಕ್ಕಳೆಲ್ಲರೂ Rh-ರಹಿತರೇ ಆದರೆ Rh-ರಹಿತೆಯು Rh-ಧಾರಕನೊಡನೆ ದಾಂಪತ್ಯ ಜೀವನ ನಡೆಸಿ, ಗರ್ಭವತಿಯಾದರೆ, ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಕೆಲವು ಶಿಶುಗಳಿಗೆ ಈ ರೋಗದ ಶಾಪ ತಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಶಿಶುವು ತಂದೆಯಿಂದ ಒಂದು rh ಅಪ್ರಬಲ ಜೀನಿಯನ್ನು ಮತ್ತು ತಾಯಿಯಿಂದ ಒಂದು rh ಅಪ್ರಬಲ ಜೀನಿಯನ್ನು ಪಡೆದರೆ, ತಾಯಿಯ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಪ್ರಮಾದಕರವಾದ ಘಟನೆಗಳೂ ತಲೆದೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ತಂದೆಯಿಂದ ಒಂದು Rh ಪ್ರಬಲ ಜೀನಿಯನ್ನು ಪಡೆದು Rh-ರಹಿತ ತಾಯಿಯ ಗರ್ಭಕೋಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಶಿಶು ಮತ್ತು ತಾಯಿಯರಿಗೆ ಮಾಸಿನ (Placenta) ಮೂಲಕ ರಕ್ತ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದರಿಂದ, ಶಿಶುವಿನ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳಲ್ಲಿ Rh ಜೀನಿಯ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ Rh ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ಕ್ರಮೇಣ ತಾಯಿಯ ರಕ್ತಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಸೇರುತ್ತವೆ. ಈ ಆಂಟಿಜೆನ್‌ಗಳ ವಿರುದ್ಧ ತಾಯಿಯ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿರಕ್ಷೆಗಳು ಉದ್ಭವಿಸಿ ದೇಹದ ಆದ್ಯಂತ ವ್ಯಾಪಿಸುತ್ತವೆ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಈ ಪ್ರತಿ ರಕ್ಷೆಗಳು ಶಿಶುವಿನ ದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ ಶಿಶುವಿನ ರಕ್ತದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳನ್ನು ಅಂಟುಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಪಾಟರ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೪೭ರಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಚೊಚ್ಚಲ ಮಗುವಿಗೆ ಈ ರೋಗ ತಟ್ಟುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ, ಅದರ ನಂತರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಶಿಶುಗಳಿಗೆ ಈ ರೋಗದ ನಂಜು ಇದ್ದೇ ಇರುತ್ತದೆಯೆಂದೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಹೀಗೆ ನಂಜು ಹಿಡಿದು ಜನಿಸಿದ ಮಗುವಿಗೆ ಅದರ ರಕ್ತವನ್ನು ಹೊರತೆಗೆದು ಅದರ ಬದಲಾಗಿ ಸೂಕ್ತವಾದ Rh-ಧಾರಕನ ರಕ್ತವನ್ನು ಪೂರಣ ಮಾಡಿದರೆ ಹತ್ತರಲ್ಲಿ ಒಂಭತ್ತು ಮಕ್ಕಳು ಬದುಕಲೂಬಹುದು.

Rh ಘಟಕದ ಸಂಶೋಧನೆಯಾದ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ವೀನರ್ ಮತ್ತು ಇತರರು Rh ಆಂಟಿಜೆನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಗೆಗಳಿರುವುವೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ವಿವಿಧತೆಗೆ Rh ಜೀನಿಯು ಬಹುವಾಗಿ ವಿಕೃತಿಗೊಂಡು ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿರುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಬಗೆದರು.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಮಾನವನ ವಿವಿಧ ಜನಾಂಗಗಳಲ್ಲಿ Rh ಘಟಕದ ವ್ಯಾಪನೆಯನ್ನು ಸಮೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಕೆಲವು ಕುತೂಹಲಕರವಾದ ಅಂಶಗಳು ನಮ್ಮ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಸಯಾಂ ದೇಶದ ಜನರಲ್ಲಿ, ಮೆಕ್ಸಿಕೋ ದೇಶದ ಮೂಲ ನಿವಾಸಿಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಎಸ್ಕಿಮೋ ಜನರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ Rh-ಧಾರಕ

ಲಕ್ಷಣವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದರೆ, ಕಾಕಸೀಯ ಗುಂಪಿನ ಬಾಸ್ಕ ಜನಾಂಗದವರಲ್ಲಿ Rh–ರಹಿತರು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿದೆ.

ಕಳೆದ ಹತ್ತು ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ಮಾನವನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅಧ್ಯಯನವು ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಪಥದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನೇ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದೆ. ೧೯೫೬ರವರೆಗೂ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ೪೮ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುವುದೆಂಬ ಭಾವನೆಯಿತ್ತು. ಆದರೆ ಜಿಯೋ ಮತ್ತು ಲೆವಾನ್ (J. Tjio and A. Levan) ಎಂಬುವರು ನಾಲ್ಕು ಮಾನವನ ಭ್ರೂಣಗಳ ಶ್ವಾಸಕಾಂಗದ ಫೈಬ್ರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ಎಂಬ ಕೋಶಜಾಲವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ, ಸುಮಾರು ೨೬೫ ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಜನೆಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಮಾನವನ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಸಂಖ್ಯೆ ೪೬* ಎಂದು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪೈಕಿ ಎರಡು ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದವು. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೆಂದೂ ಉಳಿದುವನ್ನು ಆಟೊಸೋಮು (Autosomes) ಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಹೆಣ್ಣು ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಬಗೆಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿದ್ದರೆ, ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು X ಮತ್ತು Y ಎಂಬ ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ, ಆಕಾರ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಜನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು.

---

*ಮಾನವನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ವರ್ಗೀಕರಣದ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ. ಆದರಂತೆ ೨೨ ಜೋಡಿ ಆಟೊಸೋಮುಗಳನ್ನು ಆವುಗಳ ಆಕಾರ, ಗಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅವರೋಹ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿ, ಒಂದೊಂದನ್ನೂ ಒಂದೊಂದು ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸೂಚಿಸಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ೧ ರಿಂದ ೨೨ರವರಗೆ ನಮೂದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅನಂತರ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮೀಪ್ಯವುಳ್ಳ ಜೋಡಿಗಳನ್ನು ಗುಂಪುಗೂಡಿಸಿ A, B, C, D, E, F, G ಎಂದು ವರ್ಗೀಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರಂತೆ A ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೧–೩ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ, B ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೪ ಮತ್ತು ೫ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ, C ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೬–೧೨ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ, D ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೧೩–೧೫ನೆಯವೂ, E ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೧೬–೧೮ನೆಯವೂ, F ನಲ್ಲಿ ೧೯ ಮತ್ತು ೨೦ನೆಯವೂ, ಮತ್ತು G ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ೨೧ ಮತ್ತು ೨೨ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ ಬರುತ್ತವೆ. X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಆಕಾರ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ C ಗುಂಪಿನ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳನ್ನು ಹೋಲುವುದರಿಂದ ಆದನ್ನು C ಗುಂಪಿಗೂ ಹಾಗೆಯೇ Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣದಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಆದನ್ನು G ಗುಂಪಿಗೂ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಪುಂಸ್ತ್ರೀ ಭೇದಗಳು ಕೇವಲ ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಸೀಮಿತವಾಗಿರದೆ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ವಿಭಿನ್ನತೆಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಬಾರ್ ಮತ್ತು ಬೆರ್‌ಟ್ರಾಮ್ (M. L. Barr and E. G. Bertram) ಎಂಬುವರು ೧೯೪೯ರಲ್ಲಿ ಬೆಕ್ಕಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸುಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದಲೇ ಹೆಣ್ಣುಗಂಡುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದೆಂದು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಹೆಣ್ಣಿನ ಜೀವಕೋಶದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸಿನಲ್ಲಿ ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡು ಬರದ, ಒಂದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ವರ್ಣಹೀರುವ ಗೋಲಾಕಾರದ ವಸ್ತುವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುವುದೆಂದು ವಿವರಿಸಿದರು. ಲಿಂಗ ಭೇದ ಸೂಚಕವಾದ ಈ ವಸ್ತುವಿಗೆ "ಲಿಂಗಕ್ರೋಮಾಟಿನ್", "ಬಾರ್‌ವಸ್ತು" ಅಥವಾ "ಕ್ರೋಮೊಸೆಂಟರ್" ಎಂಬ ಹೆಸರುಗಳು ಬಂದಿವೆ. ಈ ವಸ್ತುವು ಮಾನವನೇ ಮೊದಲಾದ ವಿವಿಧ ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬರುವುದೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಬಾಯಿ ಮತ್ತು ಯೋನಿಗಳ ಅನುಲೇಪ ಕೋಶಿಕಗಳನ್ನು—ಇವುಗಳನ್ನು ಸುಲಭ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದು—ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮಾಟಿನ್‌ನ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಹೆಣ್ಣುಗಂಡುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಮಾನವನ ಬಿಳಿಯರಕ್ತಕಣಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸುಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದಲೂ ಗಂಡುಹೆಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ರಕ್ತಕಣಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸುಗಳು ಬಹುರೂಪತೆಯನ್ನುಳ್ಳವು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣಿನ ಬಿಳಿಯ ರಕ್ತಕಣದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿಗೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಂತೆ ಒಂದು "ನಗಾರಿ ಕೋಲಿನ" ಆಕಾರದ ಒಂದು ವಸ್ತು ಚಾಚಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಿನ ಬಿಳಿಯ ರಕ್ತಕಣದಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ನಗಾರಿಕೋಲು ಲೋಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರಕ ಹಾಗೂ ಇತರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದರೆ, ಬೆಳೆಯುವ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬಗೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಸಂಭವಿಸುತ್ತವೆ? ಯಾವ ರೀತಿಯ ರೂಪ ಲಕ್ಷಣಗಳು ತಲೆದೋರುತ್ತವೆ?—ಎಂಬುವು ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಿದ್ಧಿಗೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಸುಧಾರಿತ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕೌಶಲ್ಯಗಳೇ ಕಾರಣ. ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಈಗ ಮಾನವನ ಕೋಶಜಾಲಗಳನ್ನು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬೆಳೆಸಬಹುದಾಗಿದೆ; ಹಾಗೂ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮಾನವನ ನಾಲ್ಕೈದು ಮಿಲಿಲೀಟರ್ ರಕ್ತವನ್ನು ತೆಗೆದು, ಅದರೊಂದಿಗೆ ತಿಂಗಳು ಹುರುಳಿ ಗಿಡದಿಂದ ಪಡೆದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೆರೆಸಿದರೆ, ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಅವನ್ನು ಸೀರಮ್ (Serum) ನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ ರಕ್ತದ ಸೀರಮಿನಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುವ ಬಿಳಿಯ ರಕ್ತಕಣಗಳು ವಿಭಜನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಭಜನೆಯ ಮೆಟಫೇಸ್ ಎಂಬ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ

ಮಾನವನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸಂಖ್ಯೆ, ಗಾತ್ರ, ಮೊದಲಾದವು ಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಬಹುದು.

ಮಾನವನ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡ ಅಂಡಾಣು (fertilized egg) ವಿನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ೪೬ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ, ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರಕವಲ್ಲದ G ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು (೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು) ಸೇರಿದರೆ, ಆ ಅಂಡಾಣುವಿನಿಂದ ಬೆಳೆದ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಂಡ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳೇ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು (Down's syndrome) ಅಥವಾ ಮಂಗೋಲಿಯ ಪೆದ್ದ ಮಕ್ಕಳಾಗಿ (Mangolian idiots) ಬೆಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಲೆಜೀನ್ (J. Lejeune) ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹಸಂಶೋಧಕರು ೧೯೫೯ ರಲ್ಲಿ ಒಂಬತ್ತು ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಫೈಬ್ರೋಬ್ಲಾಸ್ಟ್ ಕೋಶಜಾಲವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಅವರ ಕ್ರೋಮೊ ಸೋಮುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸಾಮಾನ್ಯ ಜನರಿಗೆ ಇರುವ ಸಂಖ್ಯೆಗಿಂತ ಒಂದು ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂತು. ಅಂತಹ ಪೆದ್ದ ಗಂಡಸರಲ್ಲಿ ೪೫ ಆಟೊಸೋಮು ಗಳು ಮತ್ತು XY ಗಳಿದ್ದರೆ, ಪೆದ್ದ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ೪೫ ಆಟೊಸೋಮುಗಳು ಮತ್ತು XX ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅವರಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಚಿಕ್ಕ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಎರಡಿರುವುದರ ಬದಲು ಮೂರಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಚಿಕ್ಕ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಿಂದ ಅವರ ಮಿದುಳಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕುಂದಿ ಪೆದ್ದತನ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಮೇಧಾಶಕ್ತಿಯ I.Q. ಅತ್ಯಂತ ತಳಮಟ್ಟದ್ದಾಗಿರು ತ್ತದೆ. ಕೇವಲ ಮಿದುಳಿನ ಮತ್ತು ಮುಖದ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಪಾಟುಗಳು ಇರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ದೇಹದ ಹಲವೆಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಅವರಿಗೆ ವಯಸ್ಸಾದಂತೆ ಪ್ರಾಪ್ತ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಫಲವಂತತೆಯು ಲೋಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಿವಿ, ನಾಲಗೆ ಮತ್ತು ಹೃದಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ದೋಷ ಪೂರ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಶ್ವಾಸಕಾಂಗಗಳಿಗೆ ಸಂಕ್ರಮಣ ರೋಗಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಶಕ್ತಿ ಇಲ್ಲದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಬಗೆಯ ಪೆದ್ದುತನಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾದ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಅಪರೂಪವಾಗಿ ಕೆಲವರು ತಮ್ಮ ಪ್ರೌಢ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಲೈಂಗಿಕ ಪರಿಪಕ್ವತೆ ಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಫಲವಂತೆಯರಾಗಿರುವುದೂ ಉಂಟು. ಅಂತಹವರಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಮಂದಿ ಗರ್ಭವತಿಯರಾಗಿ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಹಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರಿಗೆ ಹುಟ್ಟಿದ ಹನ್ನೆರಡು ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಏಳು ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯರಾಗಿಯೂ ಮತ್ತು ಉಳಿದ ಐವರು ಪೆದ್ದು ಮಕ್ಕಳಾಗಿಯೂ ಬೆಳೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮಕ್ಕಳ ೧:೧ ರ ಅನುಪಾತ ನಿರೀಕ್ಷಿಸುವ ಮಟ್ಟದ್ದಾಗಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ಹೆಂಗಸರ ಅಂಡಾ ಶಯದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ—(೨೨+X) ಮತ್ತು (೨೩+X)—ಅಂಡಾಣುಗಳು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ೨೨+X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಂದ . ಕೂಡಿದ

ಅಂಡಾಣುವು ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡು ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹೊಂದಿದರೆ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣು ಅಥವಾ ಗಂಡಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ೨೩ ಆಟೊಸೋಮುಗಳು ಮತ್ತು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅಂಡಾಣುವು ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡು ಬೆಳೆದರೆ ಆ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ೪೭ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ—(=೪೫+XX) ಅಥವಾ (=೪೫+XY)—ಮಗು ತಾಯಿಯಂತೆ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ.

ತುಂಬಾ ವಯಸ್ಸಾದ ಹೆಂಗಸರು ಗರ್ಭವತಿಯಾಗಿ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಹೆತ್ತರೆ, ಆ ಮಕ್ಕಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ನಲವತ್ತೈದು ವರ್ಷ ಮೀರಿದ ಹೆಂಗಸರು ಗರ್ಭವತಿಯರಾದರೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುವ ಈ ಪೆದ್ದ ಮಕ್ಕಳು ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೨.೫ ಮತ್ತು ೪೦–೪೫ ವರ್ಷದ ಅಂತರದ ಮಹಿಳೆಯರು ಗರ್ಭವತಿಯರಾದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡ ೨ ಇರುವುದೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ತಂದೆಯ ವಯಸ್ಸಿಗೂ ಮತ್ತು ಪೆದ್ದು ಮಕ್ಕಳ ಜನನಕ್ಕೂ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಸಂಬಂಧವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ವಯಸ್ಸಾದ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ಅಂಡಾಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಏರುಪೇರುಗಳಾಗುವುದೇ ಈ ಪೆದ್ದ ಮಕ್ಕಳ ಜನನಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ೪೦–೪೫ ವರ್ಷ ಮೀರಿದ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ಅಂಡೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಸಮಜಾತ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಬೇರ್ಪಟ್ಟರೆ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಡೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಬಾರಿ ೨೧ ನೆಯ ಸಮಜಾತ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಬೇರ್ಪಡದೆ ಅಂಡಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯಬಹುದು ಅಥವಾ ಧ್ರುವಕೋಶವನ್ನು ಸೇರಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯ ಘಟನೆಯಂತೆ ಜೀವಕೋಶ ವಿಭಜನೆಯಾದರೆ ಅಂಡಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು×ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಮತ್ತು ೨೩ ಆಟೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಎರಡಿರುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯ ಘಟನೆಯು ಸಂಭವಿಸಿದಲ್ಲಿ ಅಂಡಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡು ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಅಂಡಾಣುವು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡರೆ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತಾರೆ. ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿಲ್ಲದ ಅಂಡವು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಭಾಂಕುರಗೊಂಡರೆ ಅದು ಪ್ರಾಯಶಃ ಬದುಕುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಮಾನವ ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಹುಟ್ಟುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯದ ನಿಯಮವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅಪರೂಪದ ಒಂದು ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಹುಟ್ಟಲೂ ಬಹುದು. ಅಂತಹ ಕುಟುಂಬಗಳು ಮಾನವ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ದೊರೆತಿವೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಇತರ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ ಜರಗುವಂತೆ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿಯೂ

ಕೂಡ ಒಂದು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಮತ್ತೊಂದು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನೊಡನೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರಣ (Translocation) ಹೊಂದುತ್ತದೆ ಅಥವಾ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅದರಂತೆ ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನೊಡನೆ ಸ್ಥಾನಾಂತರ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮಾನವನಿಗಿರುವಂತೆ ೪೬ಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ನಲವತ್ತೈದಾಗುತ್ತದೆ. ಅವನಲ್ಲಿ ಒಂದು ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಬಿಡಿಯಾಗಿದ್ದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು (ಅದರ ಸಮಜಾತ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು) ದೊಡ್ಡ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನೊಡನೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ—ಹೆಣ್ಣಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಗಂಡಾಗಲೀ—ಮಾನವನಿಗಿರಬೇಕಾದ ಜೀನಿಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಅವನು ಬದುಕುತ್ತಾನೆ; ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯನಂತೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ; ಮದುವೆಯಾಗಿ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನೂ ಪಡೆದಿರುತ್ತಾನೆ. ಇಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮೀಟು ಅಥವಾ ಲಿಂಗಕೋಶಿಕಗಳು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವಾಗ ೨೧ನೆಯ ಕೂಡು-ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು (Attached chromosome) ತನ್ನ ಸಮಜಾತ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಬಹುದು, ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅವೆರಡೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ಧ್ರುವದ ಬಳಿ ಸಾಗಬಹುದು. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಲಿಂಗಕೋಶಿಕಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ: (೧) ಒಂದು ಬಗೆಯ ಲಿಂಗಕೋಶಿಕದಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಕೂಡು-ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿದ್ದರೆ, ೨) ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ಬಿಡಿ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿರುತ್ತದೆ. ೩) ಕೆಲವಲ್ಲಿ ಎರಡು ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು (ಒಂದು ಬಿಡಿಯಾದುದು ಮತ್ತೊಂದು ಕೂಡು-ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು) ಇದ್ದರೆ, ಮತ್ತು ೪) ಉಳಿದವಲ್ಲಿ ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯೇ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ರೀತಿಯ ಲಿಂಗಕೋಶಿಕಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ೪೬ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯಕ್ತಿಯೊಡನೆ ವಿವಾಹವಾದರೆ, ಅವರಲ್ಲಿ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಹುಟ್ಟುವುದು ಸಹಜ. ಏಕೆಂದರೆ, ಮೇಲಿನ ಮೂರನೆಯ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಅಂಡಾಣುವು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡರೆ, ಅಂತಹ ಅಂಡಾಣುವಿನಿಂದ ಬೆಳೆಯುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗುತ್ತಾನೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಅವನ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಮೂರು ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ತಾಯಿಯಿಂದ ಬಂದದ್ದು ಎರಡು, ತಂದೆಯಿಂದ ಬಂದದ್ದು ಒಂದು; ಅಂದರೆ ಎರಡು ಬಿಡಿಯಾದ ೨೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಮತ್ತು ಒಂದು ೨೧ನೆಯ ಕೂಡು-ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು. ಇಂತಹ ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಲ್ಲಿ (ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯಕ್ತಿಗಿರುವಂತೆ) ಕೇವಲ ನಲವತ್ತಾರು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಕೇವಲ ೨೧ನೆಯ ಕೂಡು-ಕ್ರೋಮೊ

ಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅಂಡಾಣುವಿನೊಡನೆ (ಒಂದನೆಯ ಗುಂಪು) ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಶುಕ್ರಾಣುವು ಕೂಡಿದರೆ, ಅದರಿಂದ ಬೆಳೆಯುವ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯಕ್ತಿಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾನೆ. ಇಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ೪೬ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆ ವ್ಯಕ್ತಿಯು ಹೆಣ್ಣಾಗಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಗಂಡಾಗಿರಬಹುದು. ಈ ಲೈಂಗಿಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಲಿಂಗಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೇ ಕಾರಣ. ಇಂತಹವರ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುವ ಕೆಲವು ಮಕ್ಕಳು ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ಪೆದ್ದುತನದ ವಿಶೇಷಗುಣವು ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ.

ಮಾನವನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ನ್ಯೂನತೆಗಳು (deficiencies) ಮತ್ತು ದ್ವಿರಾವೃತ್ತಿಗಳಿಂದ (duplications) ಕೂಡಿದ್ದರೆ ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ಸಿಂಡ್ರೋಮು ಲಕ್ಷಣಗಳು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಫನ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮೂ (Marfan syndrome) ಒಂದು. ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾನವನ D ಗುಂಪಿನ (೧೩-೧೫ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು) ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪೈಕಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದರ ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾದರೆ ಆ ವ್ಯಕ್ತಿಯು D ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾನೆ. ಇವನಿಗೆ ಮಿದುಳಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಕುಂಠಿತವಾಗಿರವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕಿವುಡುತನ, ಕಣ್ಣುಗಳ ಅಪೂರ್ಣ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಬಿರುಕು ತುಟಿ, ಬಿನುಕು ಅಂಗುಳು, ಕೈಕಾಲುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆರಳುಗಳು, ಹೃದಯದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ದೋಷಗಳೇ ಮೊದಲಾದುವು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. E ಗುಂಪಿನ ೧೭ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಹೆಚ್ಚುವರಿಯಾಗಿರುವವರಲ್ಲೂ ಮೇಲಿನ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಂತೆ ಹಲವು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು ತಲೆದೋರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಸ್ಟರ್ಜ್-ವೇಬರ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ (Sturge-Weber syndrome) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.

ಲಿಂಗನಿರ್ಧಾರಕ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಆಧಿಕ್ಯ ಮತ್ತು ಕೊರತೆಗಳಿಂದಲೂ ಕೂಡ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತಾರೆ. ಇವರಲ್ಲಿ ಕ್ಲೈನ್ ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು (Klinefelter's syndrome) ಮತ್ತು ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು (Turner's syndrome)ಗಳೆಂದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ವಿಧ. ಈ ಬಗೆಯ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಹಾಗೂ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನಕ್ಕೆ ೧೯೪೨ರಿಂದಲೂ ಬಂದಿದ್ದರೂ, ಆ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಪ್ರಾರಂಭವಾದದ್ದು ೧೯೫೯ರಲ್ಲಿ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಫೋರ್ಡ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹಸಂಶೋಧಕರು ಆ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ, ಅಂತಹ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಮಾನವನಲ್ಲಿರುವ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವನ್ನು ವಿಶದಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು ಗಂಡಾಗಿ ಕಾಣುವ ವ್ಯಕ್ತಿ. ಶೈಶವ ಹಾಗೂ ಬಾಲ್ಯಾವಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳಿದ್ದರೂ, ಅವನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಅವನ ವೃಷಣಗಳು ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅವು ವಯಸ್ಸಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸಣ್ಣದಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಅಂತಹ ವೃಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅವನು ಬಂಜೆಯಾಗಿರುತ್ತಾನೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಅವನ ಮೇಧಾಶಕ್ತಿಯೂ ಕುಂದುತ್ತದೆ. ಮೇಲಾಗಿ ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಸ್ತ್ರೀಯರ ಸ್ವಭಾವಸಿದ್ಧವಾದ ಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಅವನಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರುತ್ತವೆ. ಸ್ತನಗಳು ಮೂಡಿ ಹೊಮ್ಮುತ್ತವೆ; ಮುಖದಲ್ಲಿ ಗಡ್ಡ ಮೀಸೆಗಳು ಬೆಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಅವನ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಆಂಡ್ರೊಜೆನ್ ಎಂಬ ಪ್ರದೀಪಕವು ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದೇ ಕಾರಣ. ಈ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಿಗೆ ಆಂಡ್ರೊಜೆನ್‌ನನ್ನು ಇಂಜೆಕ್ಟ್‌ಮಾಡಿದರೆ ಗಂಡಸಿನ ಕೆಲವು ಆನುಷಂಗಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಮೂಡುತ್ತವೆಯೇ ಹೊರತು, ಅವರು ಪೂರ್ಣ ಗಂಡಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಲಾರರು.

ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಅವರಲ್ಲಿ ೪೭ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಇರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಸಿನಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಅವರಲ್ಲಿ ೪೪ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೂ, ಒಂದು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮೂ ಮತ್ತು ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಸೂತ್ರವನ್ನು ೨ n = ೪೪ + xxy = ೪೭ ಎಂದು ನಿರೂಪಿಸಬಹುದು.

ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಅಪರೂಪವಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಜನಿಸಿದ ಐದುಸಾವಿರ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು ರೂಪುಗೊಂಡರೆ, ಹುಟ್ಟುವ ಮೂರುಸಾವಿರ ಹೆಣ್ಣು ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಂಭವವಿದೆಯೆಂದು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಬಾಹ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ಹೆಣ್ಣಿನ ರೂಪ. ಇವರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕುಬ್ಜರಾಗಿಯೇ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವರಲ್ಲನೇಕರಿಗೆ ಕುತ್ತಿಗೆಯ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಕಿವಿ ಮತ್ತು ಭುಜಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸುವಂತೆ ಒಂದು ಜಾಲವಿರುವುದು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ. ಇದಲ್ಲದೆ ಇವರ ಮೇಧಾಶಕ್ತಿಯೂ ಕುಂದಿರುತ್ತದೆ. ಇವರ ಅಂಡಾಶಯವು ಶೈಶವಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ದಾಟುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅಂಡಾಶಯದಲ್ಲಿ ಎಸ್ಟ್ರೊಜೆನ್ ಎಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಹೆಣ್ಣಿನ ಪ್ರದೀಪಕವು ಸ್ರಾವವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಇವರು ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಗೆ ಕಾಲಿಟ್ಟರೂ ಹೆಣ್ಣಿನ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಆನುಷಂಗಿಕ ಸ್ತ್ರೀಲಕ್ಷಣಗಳು ಇವರ ದೇಹದಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಸ್ತನಗಳು ಹೊಮ್ಮುವುದಿಲ್ಲ. ಇವರ

ಮೊಲೆತೊಟ್ಟುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ದೂರದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇವರು ಋತುಮತಿಯರಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇವರ ಅಂಡನಾಳ ಮತ್ತು ಗರ್ಭಕೋಶಗಳು ಪುಟಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ದೋಷಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾದವರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಅವರಲ್ಲಿ ೪೬ಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ೪೫ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ೪೪ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೊಡನೆ ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಸೇರಿರುತ್ತದೆ. ಇವರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಸೂತ್ರ ೨n = ೪೪ + X = ೪೫.

೧೯೫೯ರವರೆಗೂ ಇಲಿ, ಮಾನವ ಮೊದಲಾದ ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲೂ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವು ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ ಜಾತಿಯ ಹಣ್ಣೊಣದಂತೆಯೇ ಇರುವುದೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಈ ಹಣ್ಣೊಣದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಜೊತೆ ಆಟೊಸೋಮುಗಳು ಮತ್ತು ಎರಡು ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು; ಒಟ್ಟು ಎಂಟು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ ಮತ್ತು ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು X ಮತ್ತು ಒಂದು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಹಾಗೂ ಅದರ ಲಾಲಾಗ್ರಂಥಿಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಈ ನೊಣದ ಲಿಂಗನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಮಿಲನವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭ ಒಂದರಲ್ಲಿ Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿಲ್ಲದ ಗಂಡುನೊಣಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆ ಬಗೆಯ ಗಂಡು ನೊಣದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಜೊತೆ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೂ ಮತ್ತು ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಗಂಡುನೊಣವು ಬಂಜೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಗಂಡು ಫಲವಂತವಾಗಬೇಕಾದರೆ Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಅಗತ್ಯವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಕೆಲವು ಹೆಣ್ಣು ನೊಣಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ಜೋಡಿ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೊಡನೆ ಎರಡು X ಮತ್ತು ಒಂದು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಇರುವುದೂ ಉಂಟು. ಈ ನೊಣದಲ್ಲಿ Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಇರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಲೈಂಗಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಫಲವಂತತೆಯಲ್ಲಾಗಲೀ ಯಾವ ಬಗೆಯ ದೋಷವೂ ಕಂಡು ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ನೊಣಗಳ ತಳಿವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಲಿಂಗನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವು ಈ ನೊಣದಲ್ಲಿ X ಮತ್ತು ಆಟೊಸೋಮುಗಳ ಸಮತೋಲನದ ಮೇಲೆ ನಿಂತಿರುವುದಾಗಿ ಬ್ರಿಡ್ಜಸ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೨೧ರಲ್ಲಿಯೇ ವಿವರಿಸಿದ್ದನು. ಇದೇ ಬಗೆಯ ಲಿಂಗನಿರ್ಧಾರಕ ಸಂಯಂತ್ರವು ಎಲ್ಲಾ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲೂ ಏಕರೂಪಕವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ನಂಬಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಮತ್ತು ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪರಿಚಯವಾದ ಮೇಲೆ ಮೇಲಿನ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಬೇಕಾಯಿತು.

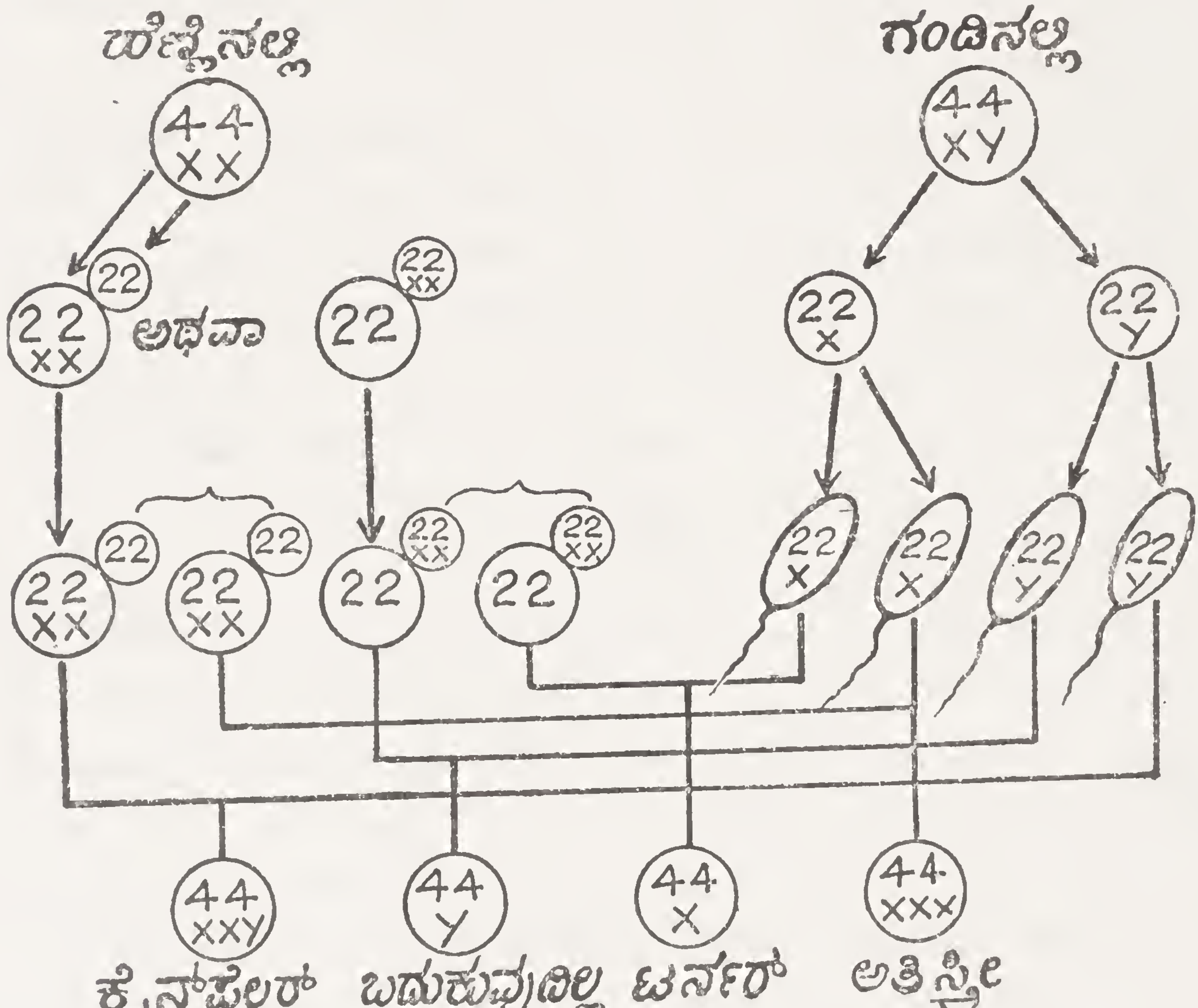
ಟರ್ನರ್‍ಸ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್‍ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಪರಿಚಯದಿಂದ X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳೆರಡೂ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುವೆಂದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ, ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿ X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಸ್ತ್ರೀ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಮೂಡಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ಟರ್ನರ್‍ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಿನಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿರುವುದರಿಂದ ಆ ವ್ಯಕ್ತಿ ಹೆಣ್ಣಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾಳೆ. ಮತ್ತು ಮತ್ತೊಂದು X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನ ಲೋಪದಿಂದ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣಾಗಿ ಬೆಳೆಯಲಾರದೆ ದೋಷಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾಳೆ. XX-XY ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವನ್ನುಳ್ಳ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಟರ್ನರ್‍ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮು ಬಂಜೆಯಾಗಿರುತ್ತಾಳೆ. ಆದೇ ಬಗೆಯ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರದ ಸಂಯಂತ್ರವಿರುವ ಹೆಣ್ಣು ಇಲಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಲೋಪವಾಗಿದ್ದರೂ ಅದು ಫಲವಂತತೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.) Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಗಂಡಸು ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ಮುದ್ರಿಸುವ ಶಕ್ತಿಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ ‹ಸಿಂಡ್ರೋಮು ಗಂಡು ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾನೆ. ಅವನಲ್ಲಿ Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮು ಇರದಿದ್ದರೆ ಆ ವ್ಯಕ್ತಿ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಈ ಸಿಂಡ್ರೋಮಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಅಂಶವು ದೃಢಪಡುತ್ತದೆ. XY ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಾಗಿ ಬೆಳೆಯಬಹುದಾದ ವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು X ಸೇರಿದರೆ ಗಂಡು ಲಕ್ಷಣಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಹೆಣ್ಣು ಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಮೂಡಿಬರುತ್ತವೆ. ಅಂತೂ ಇದುವರೆಗೂ ಕೇವಲ ಆಟೋಸೋಮು ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಯು (೨n=೪೪+OO) ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಮತ್ತು ೪೪ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೂ ಒಂದು Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನೊಡನಿರುವ ಸಂದರ್ಭವೂ (೨n=೪೪+Y) ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಯಶಃ ಈ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಬದುಕದಿರಬಹುದು. ಒಂದು ವ್ಯಕ್ತಿ ಬದುಕಬೇಕಾದರೆ ೪೪ ಆಟೊಸೋಮುಗಳೊಡನೆ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಾದರೂ ಇರಬೇಕು.

X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಲಿಂಗ ನಿರ್ಧಾರಕ ಪಾತ್ರದ ಮಹತ್ವವು ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲೂ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಮೇಧಾಶಕ್ತಿಯಿಲ್ಲದ ಹಾಗೂ ಸಣ್ಣ ವೃಷಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್‍ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಂತಹವರಲ್ಲಿ X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಎರಡಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಧಿಕವಾಗಿರಬಹುದು. ಕೆಲವರಲ್ಲಿ ೪೮ (=೪೪+XXXY) ಅಥವಾ ೪೯ (=೪೪+XXXXY) ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳ ಆಧಿಕ್ಯದಿಂದ ಟರ್ನರ್‍ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಂತೆಯೇ ದೋಷಪೂರ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೆಲ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ೪೭ ಕ್ರೋಮೋಸೋಮುಗಳು (=೪೪+XXX) ಇರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ

ವರನ್ನು ಅತಿಸ್ತ್ರೀಯರೆಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವರಲ್ಲಿ ೪೮ ಕ್ರೋಮೊ ಸೋಮುಗಳು(=೪೪+XXXX)ಇರುತ್ತವೆ. ಅಂತಹವರು ಅತ್ಯತಿ ಸ್ತ್ರೀಯರು.

ಕೆಲವು ಟರ್ನರ್‌ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಂಗಸಿಗಿರುವಂತೆ ೪೬ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಂತಹವರ ಕ್ರೋಮೊ ಸೋಮುಗಳನ್ನು ಎಚ್ಚರಿಕೆ ವಹಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ನ್ಯೂನತೆಯಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಪೂರ್ಣ ವಾಗಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ಸ್ವಲ್ಪ ಭಾಗ/ಭಾಗಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಅಪೂರ್ಣ ವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಡೌನ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ತಾಯಿಯ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಡಾಣುಗಳು ಕಾರಣವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್, ಟರ್ನರ್ಸ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಸಿಂಡ್ರೋಮು



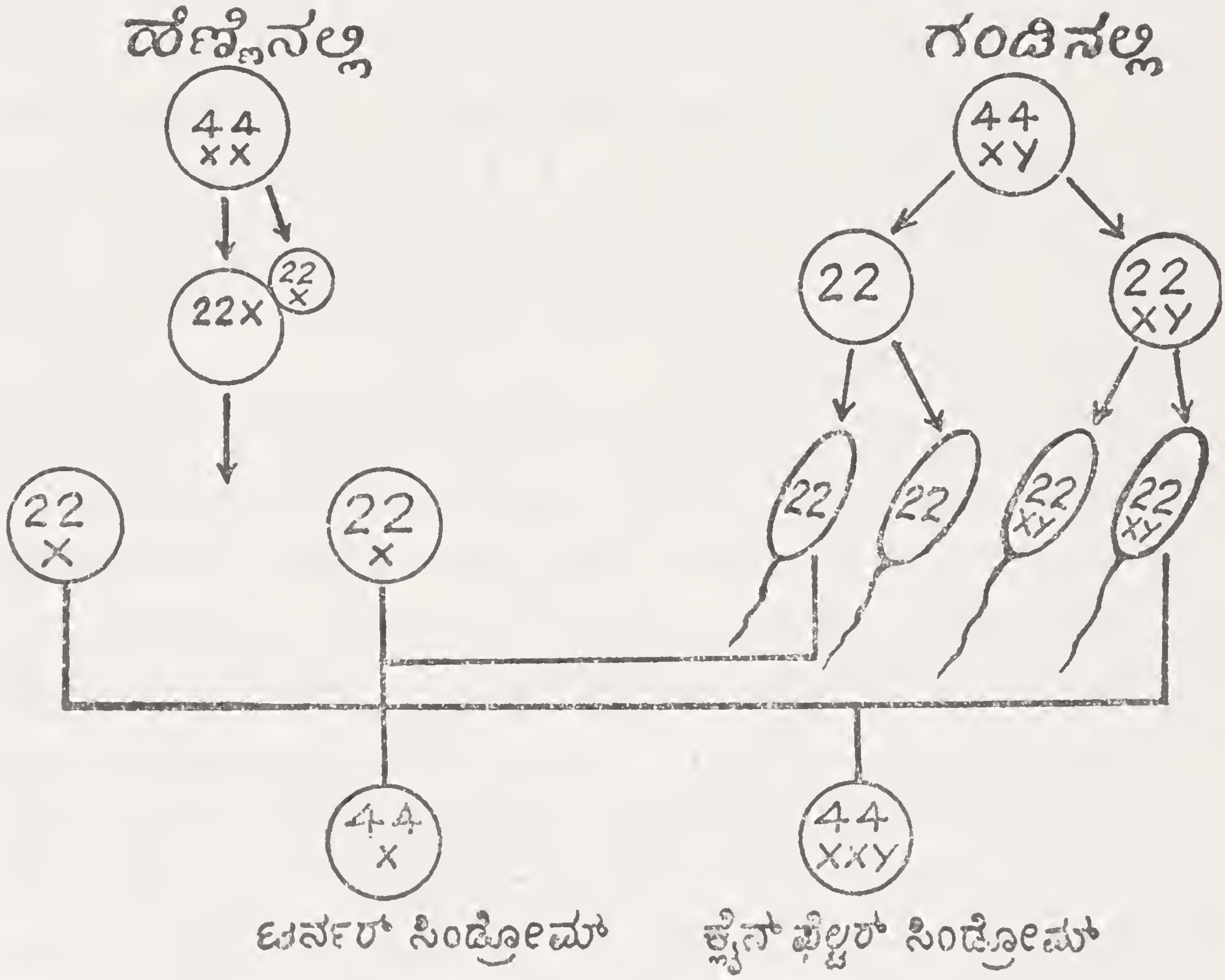
ಚಿತ್ರ ೧. ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಅಂಡಾಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಲಿಂಗಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅಂಡಾಣುಗಳು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ XY ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸಿದರೆ, ಎರಡು ಬಗೆಯ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅಂಡಾಣುಗಳು ಎರಡು ವಿಧದ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡರೆ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತಾರೆ.

ಗಳಿಗೂ ಅವೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಕಳೆದ ನಾಲ್ಕೈದು ವರ್ಷಗಳವರೆಗೂ ಭಾವನೆಯಿತ್ತು. ಅಂದರೆ ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಅಂಡೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಬೇರ್ಪಡದೆ ಅವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಅಂಡಾಣುವನ್ನೋ ಅಥವಾ ಧ್ರುವ ಕೋಶಿಕವನ್ನೋ ಸೇರಬಹುದು. ಇಂತಹ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಘಟನೆಯಿಂದ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಅಂಡಾಣುಗಳು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೧). ಒಂದು ಬಗೆ ಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ೨೨ ಆಟೊಸೋಮುಗಳಿರಬಹುದು; ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ೨೨ ಆಟೋ ಸೋಮುಗಳು ಮತ್ತು ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿರಬಹುದು. ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪಿನ ಅಂಡಾಣುವಿನೊಡನೆ Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶುಕ್ರಾಣು ಬೆರೆತರೆ ಆ ಅಂಡಾಣುವಿನಿಂದ ಬೆಳೆಯುವುದು ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮ್ ಮತ್ತು ಅಂತಹದೇ ಆದ ಅಂಡಾಣುವಿನೊಡನೆ X ಕ್ರೋಮೋಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶುಕ್ರಾಣು ಬೆರೆತರೆ ಅದರಿಂದ ಅತಿಸ್ತ್ರೀ ಬೆಳೆಯುತ್ತಾಳೆ. ಕೇವಲ ಆಟೊಸೋಮು ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅಂಡಾಣುವು ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಗರ್ಭಾಂಕುರಗೊಂಡರೆ ಅದು ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿ ರೂಪು ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಿಂದ ಕೂಡಿದರೆ ಅದು ಬೆಳೆಯುವುದೇ ಇಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ, ಆನುವಂಶಿಕ ವರ್ಣಾಂಧತೆಯುಳ್ಳ ಕುಟುಂಬಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯಿಂದ ಗಂಡಸಿನಲ್ಲಿಯೂ XY ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಶುಕ್ರಾಣುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ದೋಷಪೂರ್ಣ ವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಆ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತ್ಯೇಕಗೊಳ್ಳದೆ ಜೊತೆಗೂಡಿ ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಶುಕ್ರಾಣು ಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೨). ಒಂದು ಬಗೆಯ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೆರಡೂ (XY) ಇದ್ದರೆ ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯಲ್ಲಿ ಅವು ಲೋಪ ವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅಂಡಾಣುವಿನೊಡನೆ XY ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಶುಕ್ರಾಣು ಬೆರೆತರೆ ಅದು ಕ್ಲೈನ್ ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿಯೂ, ಲಿಂಗ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಲ್ಲದ ಶುಕ್ರಾಣುವಿನೊಡನೆ ಕೂಡಿದರೆ ಟರ್ನರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಾಗಿಯೂ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಬಾಹ್ಯಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಸರಂತೆ ಕಾಣುವ ಕೆಲವು ಮಂದಿ ಗಂಡಸರಲ್ಲೂ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳಿರುವಂತೆಯೇ ೪೭ ಕ್ರೋಮೊ ಸೋಮುಗಳಿರುವುದೆಂದು ೧೯೬೧ರಿಂದೀಚೆಗೆ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ದೃಢಪಡಿಸಿವೆ. ಈ ಜನರು ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಗೆ ಬಂದಾಗ ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರವಾಗಿ (೧೮೫ ಸೆಂ.ಮೀ.) ಬೆಳೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರೆ ೪೪ ಆಟೊ ಸೋಮುಗಳೂ ಮತ್ತು XYY ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳೂ ಇರುವಂತೆ ಕಂಡು

ಬರುತ್ತದೆ. ಮಾನವ ಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ XYY ಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಗಂಡಸರ ಹಾಗೂ XXY ಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳ ಅನುಪಾತ ಸುಮಾರು ೧೦ : ೧೩ ಇರುವಂತಿದೆ. XYY ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಈ ಗಂಡಸರು ಹೆಚ್ಚು ಎತ್ತರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಮನೋರೋಗಿಗಳಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ೧೯೬೪ರಿಂದೀಚೆಗೆ ನಡೆದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಇಂತಹವರು ಚಪಲಚಿತ್ತರಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಕೊಲೆಪಾತಕ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯುಳ್ಳವರಾಗಿರುವರೆಂದು ಶಂಕಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು ದೃಢಪಟ್ಟರೆ ಕೊಲೆಪಾತಕತನವು ಹಾಗೂ ಸಮಾಜ ವಿರೋಧ ಪ್ರವೃತ್ತಿಗಳು ಆನುವಂಶಿಕವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೨. ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಅಂಡೋತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಾಗ ಲಿಂಗಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸದರೆ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಅಂಡಾಣುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಾಗ X ಮತ್ತು Y ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಬೇರ್ಪಡದೆ ಒಂದೇ ಧ್ರುವವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಶುಕ್ರಾಣುಗಳು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂಡಾಣು ಶುಕ್ರಾಣುಗಳ ಮೇಳದಿಂದ ಟರ್ನರ್ಸ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೈನ್ ಫೆಲ್ಟರ್ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮುಗಳು ಬೆಳೆಯುತ್ತಾರೆ.

“ ಲಿಂಗಕ್ರೊಮಾಟಿನ್ ” ಅಥವಾ “ ಬಾರ್‌ವಸ್ತು ”ವಿನ ಮತ್ತು “ ನಗಾರಿ ಕೋಲುಗಳ ” ಅಧ್ಯಯನವು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಹಾಯಕಾರಿ

ಯಾಗಿದೆ. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುವ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕೆಲವು ಆಜನ್ಮ ಕಾಯಿಲೆಗಳ (ಸಿಂಡ್ರೋಮ್) ಕಾರಣ ಮತ್ತು ಉಗಮವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಜನನೋತ್ತರ ಹಾಗೂ ಭ್ರೂಣಾವಸ್ಥೆಯ ಶಿಶುಗಳಲ್ಲಿ ಲೈಂಗಿಕಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಸೂಚನೆಯೂ ಈ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕೌಶಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದೆ.

ಜೀವಕೋಶದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವಿನ ರೂಪೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹೊಸ ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆಲ್ಲಿವೆ. ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಂಗಸರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪೈಕಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ರೂಪಾಂತರ ಹೊಂದಿ ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟಿರುವುದೆಂದು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ಐಸೊಟೋಪುಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ, ಹಾಗೂ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಸಿನಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಇರುವುದ ರಿಂದಲೇ ಆ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವು ಲೋಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕೇವಲ ಒಂದು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಟರ್ನರ್‌ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಂಡಸಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವು ಅಥವಾ ನಗಾರಿಕೋಲು ಕಾಣಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಗಂಡುರೂಪದ ಕ್ಲೈನ್‌ಫೆಲ್ಟರ್‌ಸ್ ಸಿಂಡ್ರೋಮಿನಲ್ಲಿ ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಹೆಣ್ಣಿನಂತೆ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳಿರುವುದರಿಂದ ಅವನ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಕೇವಲ ಒಂದು ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ಅತಿ ಸ್ತ್ರೀ (೪೪ + XXX) ಮತ್ತು ಅತ್ಯತಿಸ್ತ್ರೀ (೪೪ + XXXX)ಯರಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರು ಬಾರ್‌ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ಕೆಲವು ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಸಿಂಡ್ರೋಮು ಲಕ್ಷಣದ ಗಂಡಸರಲ್ಲಿ ೪೮ (= ೪೪ + XXXY) ಮತ್ತು ೪೯ (= ೪೪ + XXXXY) ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಗಳಿರುವ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರು X ಕ್ರೋಮೊ ಸೋಮುಗಳು ಬಾರ್‌ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಅವರ ಬಿಳಿಯ ರಕ್ತಕಣಗಳ ಜೀವಕೋಶಗಳ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮ ವಾಗಿ ಎರಡು ಮತ್ತು ಮೂರು ನಗಾರಿಕೋಲುಗಳು ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ.

ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವಿನ ಅಧ್ಯಯನವು ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿ ಲೈಯಾನ್ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿಕೊಟ್ಟಿದೆ. ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಮೇರಿ ಲೈಯಾನ್ (M.F. Lyon) ಮತ್ತು ಅಮೆರಿಕಾದ ರಸೆಲ್ (L.B. Russell) ಎಂಬುವರು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಹೆಣ್ಣು ಸಸ್ತನಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು X ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪೈಕಿ ಒಂದು ಭ್ರೂಣಾವಸ್ಥೆ ಯಲ್ಲಿಯೇ ನಿಶ್ಚೇತನಗೊಂಡು ಬಾರ್‌ವಸ್ತುವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಎಂದು ವಿವರಿಸಿ ದ್ದಾರೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಹೆಣ್ಣಿನ ದೇಹದ ಒಂದೊಂದು ಕೋಶಜಾಲದಲ್ಲೂ

ಒಂದೊಂದು—ತಂದೆಯಿಂದ ಬಂದುದೋ ಅಥವಾ ತಾಯಿಯಿಂದ ಬಂದುದೋ—ನಿಶ್ಚೇತನಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ X ಕ್ರೋವೊಸೋಮಿನ ಮೊಸೇಕ್ ಅಥವಾ ಶಬಲ ಚಿತ್ರವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆಯೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸುವ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಇಲಿ ಮೊಲಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತಿವೆ.

ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

ಅಮೆರಿಕಾದೇಶದ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಬೀಡಲ್ ಮತ್ತು ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಾದ ಟೀಟಮ್ ಎಂಬುವರು, ಜೊತೆಗೂಡಿ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರ ಎಂಬ ಜಾತಿಯ ಬೂಷ್ಟಿನಮೇಲೆ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣ ಮತ್ತು ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ ಜೀನಿ ನಿಯಂತ್ರಿತ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಎಂದು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರೋ ಅಂದೇ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಉದಯವಾಯಿತು. ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲಿತಾಂಶ ಪ್ರಕಟವಾದದ್ದು ೧೯೪೧ರಲ್ಲಿ. ಒಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅಂಗಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನವೆಂದೂ (Physiological genetics) ಕರೆಯಬಹುದು. ಜೀವಕೋಶದ ಒಳ ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನ ಪರಿಸರದ ಘಟಕಗಳ ಮಧ್ಯೆ ಜರಗುವ ಜೀನಿ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಮತ್ತು ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದೇ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ. ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಜೀನಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸುವುದೇ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ.

ಪ್ರಥಮದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವಸ್ತುವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರದಲ್ಲಿ ಜೀನಿ ಕಾರ್ಯದ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಚಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಬೂಷ್ಟನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬೆಳಸಬಹುದು. ಸಕ್ಕರೆ, ಬೈಯೋಟಿನ್ ಎಂಬ ವಿಟಮಿನ್ ಮತ್ತು ಅಮೋನಿಯ ಹಾಗೂ ಸಾರಜನಕವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಲವಣಗಳನ್ನು ಆ ಜೀವಿಯು ಬೆಳೆಯುವ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಅಷ್ಟೇ ಸಾಕು. ಅದು ತನ್ನ ದೇಹದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಪ್ಯೂರೀನ್ ಮತ್ತು ಪಿರಮಿಡೀನುಗಳನ್ನು ಹಾಗೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಥವಾ ಸಸಾರಜನಕದ ಘಟಕಗಳಾದ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಪರಿಸರದಿಂದ ಪಡೆದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಸಸಾರಜನಕವಸ್ತುವಿನ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದರೆ, ಪ್ಯೂರೀನು ಮತ್ತು ಪಿರಮಿಡೀನುಗಳು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯ.

ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೂಷ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಬಯಲು ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಪರಿಸರದಿಂದ ಪಡೆದ ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಲವಣಗಳು ಜೀವಿಯ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿದಮೇಲೆ, ಅವು ಹಲವು ಘಟ್ಟಗಳನ್ನು

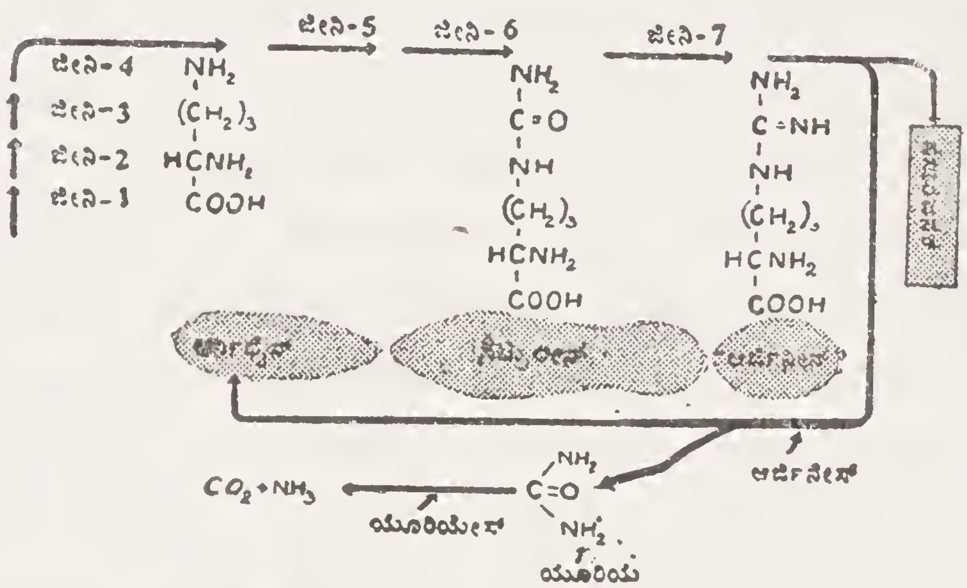
ಹತ್ತಿ ವಿವಿಧ ಬಗೆಯ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮು ಅಥವಾ ಜೀವಾತ್ಮಕ ವೇಗವರ್ಧಕ (Biological catalyst) ಇದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಎನ್‌ಜೈಮು ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯ ಪಥದಲ್ಲಿ ಲೋಪ ವಾದರೆ ಅಥವಾ ದೋಷಪೂರ್ಣವಾಗಿದ್ದರೆ ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ತಡೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಉದ್ದೇಶಿತ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಇದಲ್ಲದೆ, ಯಾವಕಡೆ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಯಾಯಿತೋ ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡ ವಸ್ತುವು ಜೀವಿಯ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಅಂತಹ ಜೀವಿಯು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬದುಕುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಬದುಕಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಅಂದರೆ ಅದು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗದ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಆಗ ಮಾತ್ರ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯ ತಡೆಯು ಕಣ್ಮರೆ ಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಬೀಡಲ್ ಮತ್ತು ಟೇಟಮ್‌ರವರು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಆನುವಂಶಿಕ ಘಟಕಗಳಾದ ಜೀನಿಗಳಿಗೂ ಮತ್ತು ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾ ವಾಹಿನಿಯ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ; ಅಲ್ಲದೆ, ಸಸಾರಜನಕ ಸ್ವರೂಪದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟತೆ ಮತ್ತು ಕೈವಾಡಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿಕೃತಿಜನಕ ಕಾರಕಗಳಿಂದ ಜೀನಿಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಮೂಡಿಸಿದರೆ ಅರ್ಥಾತ್ ಅವುಗಳನ್ನು ವಿಕೃತಿಗೊಳಿಸಿದರೆ, ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆಯಾಯ ಜೀನಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಲೋಪ ವಾಗುವುವೆಂದೂ ಅಥವಾ ಮಾರ್ಪಾಡಾಗುವುವೆಂದೂ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ದೋಷದಿಂದ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಯುಂಟಾಗುವುದೆಂಬ ನಿರ್ಧಾರಕ್ಕೆ ಬಂದಿದ್ದಾರೆ ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಮುಂದಿನ ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಜೀವಿಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ "ಒಂದು ಜೀನಿಗೆ ಒಂದು ಎನ್‌ಜೈಮ್" ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಜೀನಿ ನಿರ್ದೇಶಿತ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಪಾತ್ರದ ಮಹತ್ವವು ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ವೈದ್ಯನಾದ ಆರ್ಕಿಬಾಲ್ಡ್ ಗೆರಾಡ್ (A. E. Garrod) ಎಂಬುವನಿಗೆ ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಇವನು ೧೯೦೯ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ Inborn Errors of Metabolism ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ಕೆಲವು ಆಜನ್ಮಕಾಯಿಲೆಗಳು (ಆಲ್ಕ್ಯಾಪ್ಟನ್ಯೂರಿಯ, ವರ್ಣ ಹೀನತೆ, ಪೆಂಟೋಸ್ಯೂರಿಯ ಮತ್ತು ಸಿಸ್ಟೀನ್ಯೂರಿಯ) ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾ ದೋಷಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವೆಂದು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಹೆಜ್ಜೆ ಮುಂದೆ

ಹೋಗಿ, ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿರುವ ಜೀನಿಗಳು ಅಗತ್ಯವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವುವೆಂದೂ ಮತ್ತು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡ ಜೀನಿಗಳು ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಲಾರವೆಂದೂ ಶಂಕಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆದರೆ ಇವನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕೊಡುಗೆಯ ಆ ಕಾಲದ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ, ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಹಾಗೂ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಲಿಲ್ಲ. ಗ್ರೆಗೋರ್ ಮೆಂಡೆಲನ ಮಹಾಪ್ರಬಂಧ ಹೇಗೆ ಕಾರ್ಗತ್ತಲಿನಲ್ಲಿ ಸಮಾಧಿಯಾಯಿತೋ ಹಾಗೆಯೇ ಗೆರಾಡನ ಮಹಾ ಕಾಣಿಕೆಯೂ ಕಣ್ಮರೆಯಾಯಿತು. ಅಂತೂ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ J.B.S. ಹಾಲ್ಡೇನ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ೧೯೪೨ರಲ್ಲಿ ಗೆರಾಡನ ಮಹಾಕೃತಿಯನ್ನು ಪುನರುತ್ಥಾನಗೊಳಿಸಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಲೋಕದಲ್ಲಿ ಬೆಳಗಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಅಂದಿನಿಂದ ಇಂದಿನವರೆಗೂ ಈಸ್ಟ್, ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರ ಅಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ವೈರಸು, ಬ್ಯಾಕ್ಟಿರಿಯಗಳಲ್ಲೂ, ಡ್ರೋಸೋಫಿಲಾದಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ಮಾನವನಲ್ಲಿಯೂ ಜೀನಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ, ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅಧ್ಯಯನವು ಮುಂದುವರಿದಿದೆ.



ಚಿತ್ರ ೩. ಆರ್ನಿಥೈನ್–ಸಿಟ್ರುಲೀನ್–ಆರ್ಜಿನೀನ್‌ಗಳ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಚಕ್ರ

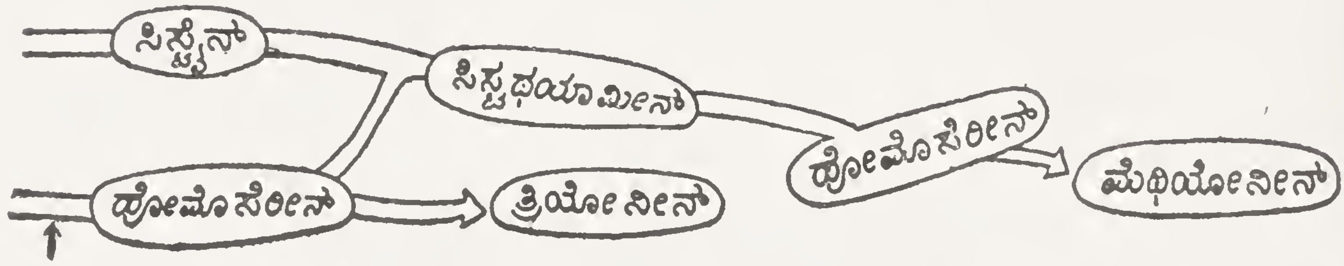
ಅಮೆರಿಕಾದ ಸರ್ಬ್ ಮತ್ತು ಹಾರೋವಿಟ್ಜ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರವನ್ನು ವಿಕೃತಿಜನಕ ಕಾರಕಗಳಿಗೆ ಒಡ್ಡಿ, ಆರ್ಜಿನೀನ್, ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಮತ್ತು ಆರ್ನಿಥೈನ್ ವಿಕೃತಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಆರ್ನಿಥೈನ್ ಚಕ್ರದಲ್ಲಿ ಏಳು ಜೀನಿಗಳು ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುವುವೆಂದು ಕಂಡು ಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ (ಚಿತ್ರ ೩). ಇಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಜೀನಿಯು ಒಂದೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ. 7–ನೆಯ ಜೀನಿಯು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎನ್‌ಜೈಮು ಲೋಪವಾಗುವುದರಿಂದ ಅಥವಾ ದೋಷಪೂರ್ಣ

ವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಸಿಟ್ರುಲೀನು ಆರ್ಜಿನೀನ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆ ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರ ವಿಕೃತಿಯು ಆರ್ಜಿನೀನನ್ನು ಪಡೆವಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಯುವುದೇ ಇಲ್ಲ. ಬಂದು ವೇಳೆ 6-ನೆಯ ಜೀನಿಯು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡರೆ ಆ ಜೀನಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎನ್‌ಜೈಮಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ; ಆರ್ನಿಥೈನು ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಆಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಜೀವಿಗಳು ಬೆಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅವಕ್ಕೆ ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಅಥವಾ ಅದರ ಮುಂದಿನ ಹಂತದ್ದಾದ ಆರ್ಜಿನೀನನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ 4-ನೆಯ ಜೀನಿಯು ದೋಷಪೂರ್ಣವಾದರೆ ಆರ್ನಿಥೈನ್, ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಮತ್ತು ಆರ್ಜಿನೀನ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದನ್ನು ಜೀವಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಕೊಡಲೇಬೇಕು. ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ಆರ್ನಿಥೈನು ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಆಗಬೇಕಾದರೆ ಎರಡು ಜೀನಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎರಡು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಇರಬೇಕೆಂದೆನಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಸಸ್ತನಿಗಳ ಯಕೃತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಆರ್ನಿಥೈನ್–ಸಿಟ್ರುಲೀನ್–ಆರ್ಜಿನೀನ್–ಆರ್ನಿಥೈನ್‌ನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಚಕ್ರವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟೀಕರಿಸಿ ದೃಢಪಡಿಸಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದೊಂದು ಹಂತದಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ಮಹತ್ತರವ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿದಿದೆ. ಹೀಗೆ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡ ಆರ್ಜಿನೀನಿಗೆ ಎರಡು ಪಥಗಳು ತೆರೆದಿವೆ: ಒಂದು ಪಥದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ಕರೆದೊಯ್ದರೆ ಅದು ಸಸಾರಜನಕ ಅಥವಾ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಮಾರ್ಗದ ಬಾಗಿಲಿನಲ್ಲಿಯೇ ನಿಂತಿರುವ ಆರ್ಜಿನೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ (ಇದೂ ಕೂಡ ಯಾವುದೊ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಜೀನಿಯ ನಿರ್ದೇಶನದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡದ್ದು) ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ಅದು ಮತ್ತೆ ಆರ್ನಿಥೈನ್ ಮತ್ತು ಯೂರಿಯಾಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಆರ್ನಿಥೈನು ಮತ್ತೆ ಅದರ ಚಕ್ರವ್ಯೂಹದಲ್ಲಿ ಸೇರುತ್ತದೆ.

ಫಿಂಚಾಮ್ ಮತ್ತು ಬಾಯಿಲೆನ್ ಎಂಬವರು ೧೯೫೭ರಲ್ಲೂ ಮತ್ತು ಡೊರೊತಿ ನ್ಯೂಮೇಯರ್ ಎಂಬವಳು ೧೯೬೨ರಲ್ಲೂ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರದ ಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಆರ್ಜಿನೀನಿನ ಕ್ರಿಯಾಪಥದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಹೊಸ ಅಂಶ ಹೊರಬಂದಿದೆ. arg-1 ಮತ್ತು arg-10 ಎಂಬ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಆರ್ಜಿನೀನ್ ವಿಕೃತಿಗಳಿಗೆ ಆರ್ಜಿನೀನನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಅವು ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. arg-1 ಜೀನಿಯು ೧ನೆಯ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಮೇಲೂ arg-10 ಜೀನಿಯು ೭ನೆಯುದರಮೇಲೂ ಉಪಸ್ಥಿತವಾಗಿವೆ. ಇವೆರಡರ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾ ವಿಶೇಷವು ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗಳಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಸಿಟ್ರುಲೀನು ನೇರವಾಗಿ ಆರ್ಜಿನೀನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಸಿಟ್ರುಲೀನ್–ಆರ್ಜಿನೀನ್ ಪಥಕ್ಕೆ ಅಸ್ಪಾರ್ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಪ್ರವಾಹ ಬಂದು ಬೀಳುತ್ತದೆ. arg-1

ಜೀನಿಯ ನಿರ್ದೇಶನದಿಂದ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡ ಸಿಂತೆಟೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ಸಿಟ್ರುಲೀನ್ ಮತ್ತು ಅಸ್ಪಾರ್ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಆರ್ಜಿನೋ ಸಕ್ಸಿನಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಸ್ತು ಸಿಟ್ರುಲೀನ್–ಆರ್ಜಿನೀನ್ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗತಕ್ಕದು. arg–10 ರಿಂದ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡ ಆರ್ಜಿನೋ ಸಕ್ಸಿನೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮು ಆ ದಾರಿಯನ್ನು ಹೊಕ್ಕು ಆರ್ಜಿನೋ ಸಕ್ಸಿನಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಆರ್ಜಿನೀನ್ ಮತ್ತು ಫುಮರಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಕೇವಲ ಒಂದು ಜೀನಿಯು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡರೂ, ಜೀವಿಯು ಬದುಕಬೇಕಾದರೆ ಒಂದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪೋಷಕವಸ್ತುಗಳ ಅಗತ್ಯವಿರುವ ಸಂದರ್ಭಗಳೂ ಇವೆ. ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರದಲ್ಲಿ ಹಾರೊವಿಟ್ಜ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಂಗಡಿಗರು ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ಜೀನಿಯು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡರೆ, ಆ ವಿಕೃತಜೀವಿಗೆ ಹೋಮೊಸೆರೀನ್ ಅಥವಾ ತ್ರಿಯೋನೀನ್ ಮತ್ತು ಮೆಥಿಯೋನೀನ್‌ಗಳೆರಡರ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ ೪) ಕಾಣುವಂತೆ ಹೋಮೊಸೆರೀನಿಗೆ ಎರಡು ದಾರಿಗಳಿವೆ. ಒಂದನೆಯ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ



ಚಿತ್ರ ೪. ತ್ರಿಯೋನೀನ್ ಮತ್ತು ಮೆಥಿಯೋನೀನ್‌ಗಳ ಚಯಾಪಚಯಕ್ರಿಯಾಪಥಗಳು.

ಅದು ತ್ರಿಯೋನೀನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅದು ಮತ್ತೊಂದು ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ ಸಿಸ್ಟೈನ್ ದಾರಿಯನ್ನು ತಲಪಿ, ಅವೆರಡೂ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ಸಿಸ್ಟಥಯಾಮೀನ್ ಆಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅದೇ ಪಥ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ಅದು ಹೋಮೊಸೆರೀನ್ ಆಗಿ, ಕೊನೆಗೆ ಮೆಥಿಯೋನೀನ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಜೀನಿ ವಿಕೃತಿಯ ಫಲವಾಗಿ ಆನುವಂಶಿಕ ತಡೆಯು ಹೋಮೊಸೆರೀನಿನ ನಿರ್ಮಾಣದ ಹಂತದಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಭವಿಸಿದರೆ, ತ್ರಿಯೋನೀನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಸಿಸ್ಟಥಯಾಮೀನಾಗಲೀ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ.

ಎಸ್. ಆರ್. ಗ್ರಾಸ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರ ವಿಕೃತಿಗೆ (arom–1) ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನ್, ಟೈರೊಸೀನ್, ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನ್, ಮತ್ತು ಪ್ಯಾರ ಅಮೀನೋ ಬೆನ್‌ಜೋಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಮಿಶ್ರಣದ ಅಗತ್ಯವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ವಿಕೃತಿಯ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಬಯಲು ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ದೊರಕದ

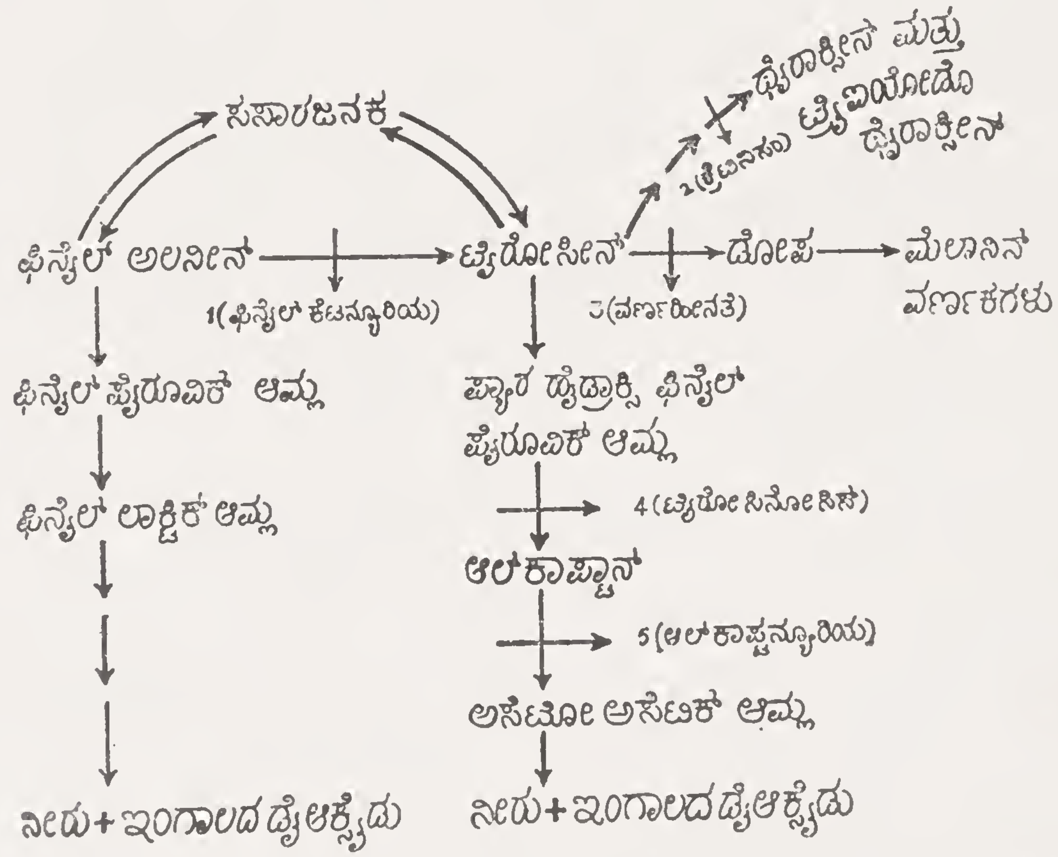
ಡೈಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಶಿಕಿಮಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಡಿಹೈಡ್ರೇಸ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೋಕ್ಯಾಟಿಚುಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಆಕ್ಸಿಡೇಸ್ ಎಂಬ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಸಹಜ ಸಾಮಾನ್ಯ ಜೀವಿಯ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುವ ಡೈಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಶಿಕಿಮಿಕ್ ಆಮ್ಲಕ್ಕೆ ಎರಡು ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಪಥಗಳಿವೆ. ಅದು ಒಂದನೆಯ ಪಥದಲ್ಲಿ ಹೊಕ್ಕರೆ ಡಿಹೈಡ್ರೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪ್ರೋಟೋಕ್ಯಾಟಿ ಚುಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಮತ್ತೊಂದು ದಾರಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದರೆ ರಿಡಕ್ಟೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈವಿನ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಶಿಕಿಮಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈ ಶಿಕಿಮಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ಮುಂದೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ವಸ್ತುವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಆ ವಸ್ತುವಿಗೆ ನಾಲ್ಕು ಚಯಾಪಚಯ ಪಥಗಳಿವೆ. ಅದು ಒಂದೊಂದನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ, ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನ್, ಟೈರೊಸೀನ್, ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನ್ ಅಥವಾ ಪ್ಯಾರ ಅಮೀನೋ ಬೆಂಜೋಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯ ನ್ಯೂರಾಸ್ಪೊರದ ವಿಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯ ಚಯಾಪಚಯದ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯ ವೈಚಿತ್ರ್ಯ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ವಿಕೃತಿಗೆ ವೇಲೀನ್ ಮತ್ತು ಐಸೊಲೂಸೀನ್‌ಗಳೆರಡೂ ಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ಇವೆರಡರ ಜೀವಾತ್ಮಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಮಾರ್ಗಗಳು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿದ್ದರೂ ಅವುಗಳ ಕೊನೆಯ ನಾಲ್ಕು ಘಟ್ಟಗಳ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳು ಒಂದೊಂದೇ ಬಗೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಒಂದೊಂದೇ ಬಗೆಯ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮು ಇವೆರಡು ದಾರಿಗಳಲ್ಲೂ ಹೊಕ್ಕು ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಗಳನ್ನು ಆವಿಚ್ಛಿನ್ನಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಜರಗುವ ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾ ಹಂತಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪರಿಚಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವು ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಕೂಡಿದ ಆಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಆಹಾರವನ್ನು ಸೇವಿಸಿದರೆ ಅವು ಜೀರ್ಣವಾದಾಗ ಒಡೆದು ಹೋಗಿ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂತಹ ಇಪ್ಪತ್ತು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನೂ ಒಂದು. ಇದು ರಕ್ತದ ಮೂಲಕ ದೇಹದ ಮೂಲಕ ದೇಹದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸಂಚರಿಸಿ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಹೊಗುತ್ತದೆ; ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ಜೀವಕೋಶವನ್ನು ಹೊಕ್ಕ ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನಿಗೆ ಮೂರು ದಾರಿಗಳು ತೆರೆದಿರುತ್ತವೆ. ಅದು ನಮ್ಮ ಸಸಾರಜನಕದ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳಬಹುದು; ಎರಡನೆಯ ದಾರಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿದರೆ ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ಅದು ಟೈರೊಸೀನ್ ಎಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಬಹುದು ಅಥವಾ ಮೂರನೆಯ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಗಿದರೆ ಅದು

ವಿವಿಧ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಫಿನೈಲ್ ಪೈರವಿಕ್ ಆಮ್ಲ→ಫಿನೈಲ್ ಲಾಕ್ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ→ಕೊನೆಗೆ ನೀರು ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲ ಡೈಆಕ್ಸೈಡುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಬಹುದು (ಚಿತ್ರ ೫). ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನಿನ ಮುಂದಿನ ಗತಿಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸತಕ್ಕವು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು. ಟೈರೋಸೀನಿನ ಮುಂದಿನ ಭವಿಷ್ಯಕ್ಕೂ ಸೂಕ್ತವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ನೆರವು ಬೇಕು; ನಾಲ್ಕು ವಿವಿಧ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ನೆರವು ಬೇಕು. ಆ ನಾಲ್ಕು ವಿವಿಧ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಅದನ್ನು ನಾಲ್ಕು ವಿವಿಧ ದಾರಿಗಳಲ್ಲಿ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ನಿರ್ಮಾಣ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದೆಡೆಗೆ ಕರೆದೊಯ್ದರೆ, ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ಯಾರ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಫಿನೈಲ್ ಪೈರೂವಿಕ್ ಆಮ್ಲ→ಡೈಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಫಿನೈಲ್ ಪೈರೂವಿಕ್ ಆಮ್ಲ→ಹೋಮೋಜೆಂಟಿಸಿಕ್ ಆಮ್ಲ (ಆಲ್ಕಾಪ್ಟಾನ್)→ಅಸೆಟೋ ಅಸೆಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ→ನೀರು ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್‌ಗಳ ಕಡೆಗೆ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತದೆ. ಮೂರನೆಯದು ಡೈಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನ್ (ಡೋಪ)→ಮೆಲಾನಿನ್ ವರ್ಣಕಗಳ ಕಡೆಗೂ ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕನೆಯದು ಥೈರಾಕ್ಸೀನ್ ಮತ್ತು ಟ್ರೈಐಯೊಡೋ ಥೈರಾಕ್ಸೀನ್‌ನ ದಿಕ್ಕಿಗೂ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತದೆ.



ಚಿತ್ರ ೫. ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಫಿನೈಲ್ ಆಲನೀನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಐದು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕಡೆ ಐದು ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಲೋಪದೋಷಗಳಿಂದ ಐದು ಬಗೆಯ ಆನುವಂಶಿಕ ಕಾಯಿಲೆಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

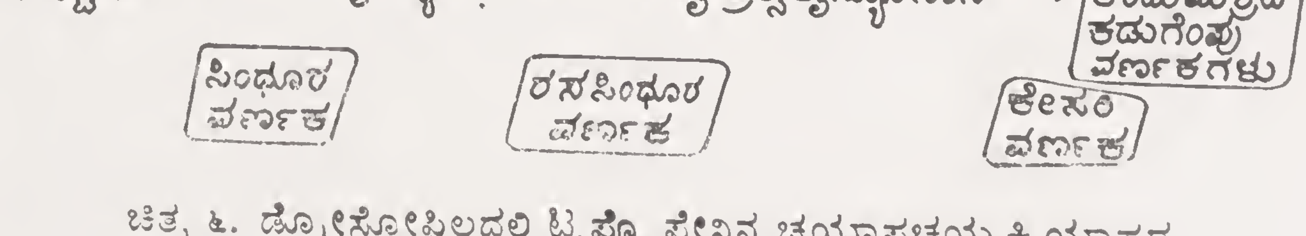
ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಪಥಗಳ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಲೋಪ

ವಾದರೆ ಫಿನೈಲ್ ಕೆಟನ್ಯೂರಿಯ, ಕ್ರೆಟಿನಿಸಂ, ವರ್ಣಹೀನತೆ, ಟೈರೋಸಿನೋಸಿಸ್ ಮತ್ತು ಆಲ್ಕಾಪ್ಟನ್ಯೂರಿಯ, ಎಂಬ ರೋಗಗಳು ತಲೆದೋರುವುವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಆಜನ್ಮ ದೋಷಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಮಾನವ ಕುಟುಂಬದ ವಂಶಾವಳಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಇವು ಆನುವಂಶಿಕ ಕಾಯಿಲೆಗಳೆಂದು ಗುರುತಿಸ ಲಾಗಿದೆ.

ಹಾರ್ಟಮನ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಮತ್ತೊಂದು ಚಯಾಪ ಚಯ ಕ್ರಿಯಾವಾಹಿನಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಯುಂಟಾದರೆ ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋಸೀಮಿಯ ಎಂಬ ಅನು ವಂಶಿಕ ಕಾಯಿಲೆಯು ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುವುದೆಂದು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ತುತ್ತಾದ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೀನಿ ದೋಷದಿಂದ p-ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋಸ್ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಫರೇಸ್ ಎಂಬ ಎನ್‌ಜೈಮು ಲೋಪವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅವರು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯಿದ್ದರೆ, ಅದು ಗ್ಲೂಕೋಸಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ದೆಸೆಯಿಂದ ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋಸು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುವು ದರಿಂದ ಯಕೃತ್ತು, ಮಿದುಳು ಮತ್ತು ಕಣ್ಣುಗಳು ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ.

ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಬರುವ ವಿಲ್ಸನ್ ಕಾಯಿಲೆಯು ಜೀನಿವಿಕೃತಿಯ ಫಲವೆಂದು ಇತ್ತೀಚಿಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ರೋಗಿಗಳು ತಾಮ್ರದಿಂದ ಕೂಡಿದ ರಕ್ತದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವನ್ನು (ಸೆರಲೊಪ್ಲಾಸ್ಮಿನ್) ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಲಾರರು. ಎನ್‌ಜೈಮಿನ ಲೋಪದಿಂದ ಅವರು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಆಹಾರ ದಲ್ಲಿ ತಾಮ್ರವಿದ್ದರೆ, ಅದು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ಕೊನೆಗೆ ಮಿದುಳು, ಯಕೃತ್ತು ಮತ್ತಿತರ ಕೋಶಜಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿ ಕೊನೆಗೆ ಈ ಕಾಯಿಲೆ ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ.

ಡ್ರೋಸೋಫಿಲ, ಎಫೆಸ್ಟಿಯಾ ಎಂಬ ಜಾತಿಯ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಜೀನಿ ವಿಕೃತಿ ಗಳಿಂದ ಅರ್ಥಾತ್ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಲೋಪದಿಂದ ವಿವಿಧ ವರ್ಣಕಗಳು ರೂಪು ಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಬೀಡಲ್, ಎಫ್ರೂಸಿ, ಕಿಕಾವ ಮೊದಲಾದವರು ವಿವರಿಸಿ ದ್ದಾರೆ. ಇದು ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನ್ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಪಥದಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ ೬) ಅದು ಒಂದು ಹಂತ ದಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನಗೊಳದೇ ಹೋದರೆ, ಅದು ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುವುದರಿಂದ



ಚಿತ್ರ ೬. ಡ್ರೋಸೋಫಿಲದಲ್ಲಿ ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನಿನ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯಾಪಥ.

ಸಿಂಧೂರ ವರ್ಣದ (Vermilion) ಕಣ್ಣುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಮುಂದಿನ ಹಂತದ ವಸ್ತುವಾದ ಕೈನ್ಯೂರೆನೀನು ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಕೈನ್ಯೂರೆನಿನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ, ಆ ಕೀಟದ ಕಣ್ಣುಗಳು ರಸಸಿಂಧೂರ ವರ್ಣಕ (Cinnabar)ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಕೈನ್ಯೂರೆನಿನ್ನಿನ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಯುಂಟಾದರೆ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಕೇಸರಿಬಣ್ಣ ಪ್ರಾಪ್ತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಜೀನಿ ಕ್ರಿಯೆಯ ಪ್ರಭಾವವು ಎಷ್ಟು ಮಹತ್ತರವಿದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಕುಡುಗೋಲುಕೋಶದ ರಕ್ತಹೀನತೆ (Sickle cell anemia) ಎಂಬ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ತುತ್ತಾದವರ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಈ ಕಾಯಿಲೆ ಮಾನವನ ಆನುವಂಶಿಕ ರೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು, ಇದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮಲೇರಿಯಾ ಪೀಡಿತ ಭೂಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುವ ಆಫ್ರಿಕದ ನೀಗ್ರೋಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೂ ಆ ನೆಲೆಯಿಂದ ಅಮೇರಿಕಾ ದೇಶಗಳಿಗೆ ವಲಸೆ ಹೋದ ನೀಗ್ರೋಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆ ಕಾಯಿಲೆಯು ಅದೇ ಅನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ಈ ರೋಗದ ಲಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಮೂರು ಬಗೆಯ ಜನರನ್ನು ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. (೧) ಅನೇಕ ಮಂದಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಂಪುರಕ್ತಕಣಗಳು ಸಹಜಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿರುವಂತೆ ದುಂಡುಬಿಲ್ಲೆಯ ಆಕಾರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. (೨) ಕೆಲವರಲ್ಲಿ ಅವು ಕುಡುಗೋಲಾಕಾರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತು (೩) ಉಳಿದವರಲ್ಲಿ ದುಂಡುಬಿಲ್ಲೆಯ ಹಾಗೂ ಕುಡುಗೋಲಾಕಾರದ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಸುಮಾರು ಸಮಾನುಪಾತದಲ್ಲಿ ಇರುತ್ತವೆ. ಮೂರನೆಯ ಗುಂಪಿನ ಜನರು ಸಾಮಾನ್ಯರಂತೆ ಇರುತ್ತಾರೆ. ಇವರನ್ನು ಕುಡುಗೋಲು ಕೋಶದ ಲಾಕ್ಷಣಿಕರು (Sickle cell traits) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಈ ಗುಣವಿಶೇಷಕ್ಕೆ ಒಂದು ಜೀನಿಯು ವಿಕೃತಿಹೊಂದಿರುವುದೇ ಕಾರಣ. ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪಿನ ಜನರಲ್ಲಿ ಆ ಗುಣವಿಶೇಷಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಎರಡು ಜೀನಿಗಳು ವಿಕೃತಿಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ರಕ್ತಹೀನರಾಗಿ ರೋಗವು ಉಗ್ರಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಮುಟ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಗುಂಪಿನ ಜನರನ್ನು ಕುಡುಗೋಲುಕೋಶದ ರಕ್ತಹೀನರೆಂದು (Sickle cell anemics) ಕರೆಯಬಹುದು. ಈ ಬಗೆಯ ವಿಕೃತಿ ರಕ್ತಕಣಗಳು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೀರುವುದೇ ಈ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ಕಾರಣ.

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಲಿಸನ್ ಎಂಬುವನು ೧೯೫೪ರಲ್ಲಿ ಈ ರೋಗವು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿರುವ ಪಶ್ಚಿಮ ಆಫ್ರಿಕದ ಜನರ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಕೆಲವು ಹೊಸ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಕಾಯಿಲೆಯ ಅತ್ಯುಗ್ರತೆಗೆ ಬಲಿಯಾದವರು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಗೆ ಬರುವ ಮೊದಲೇ ಸಾವನ್ನಪ್ಪುತ್ತಾರೆ ಆದರೆ ಕುಡುಗೋಲುಕೋಶದ ಲಾಕ್ಷಣಿಕನು ಮಲೇರಿಯಾ ರೋಗಕ್ಕೆ ಸಾಮಾನ್ಯರು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಲಿಯಾಗುವಂತೆ ಬಲಿಯಾಗಲಾರ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಆಲಿಸನ್ ಎಂಬುವನು ಕುಡುಗೋಲುಕೋಶದ ರಕ್ತಹೀನ ರೋಗವು ಒಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ

ಮಾನವ ಕುಲಕ್ಕೆ ಮಾರಕಸ್ವರೂಪಿಯಂತೆ ಕಂಡರೂ, ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಯ್ಕೆ ಅಥವಾ ಪ್ರಕೃತಿ ಕೈವಾಡದಲ್ಲಿ ವಿಜಯಿಯಾಗುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಇದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮಾನವನಿಗೆ ಪ್ರಾಪ್ತವಾದ ಪ್ರಕೃತಿದೇವಿಯ ವರಪ್ರಸಾದ ಎಂದು ಬಗೆದಿದ್ದಾನೆ.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕುಡುಗೋಲು ಕೋಶದ ರಕ್ತಹೀನತೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ Si ಜೀನಿಯು ಬಹುರೂಪಿಯಾಗಿ ವಿಕೃತಿಗೊಂಡಿದೆಯೆಂದೂ ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಕೆಂಪು ರಕ್ತಕಣಗಳಲ್ಲಿರುವ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ ಎಂಬ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ರೂಪು ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಉಂಟಾಗಿವೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ವಿಜೇತನಾದ ಪಾಲಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ರಾಮ್ಸ್, ಸ್ಮಿತ್ ಮೊದಲಾದವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಹದಿಮೂರು ಬಗೆಯ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, Hb (A, S, C, G, F, E, D_β, L, D_α, I, HO-, Q, P). ಈ ವಿಭಿನ್ನ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕಣ ಸಂಕಲನ (Electrophoresis) ದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ ಅವುಗಳ ಒಂದೊಂದರ ಚಲನೆ, ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಭಿನ್ನ ಚಲನೆಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯ ವಿದ್ಯುದಂಶ (Electric charge)ಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದೇ ಕಾರಣ.

ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿವಿಧ ವಿದ್ಯುದಂಶಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿಗೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಪಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ಆಮ್ಲಗಳು ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಿರುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಒಂದು ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡು ಸರಪಳಿಗಳಿವೆಯೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ: ಎರಡು ಆಲ್ಫ ಸರಗಳು ಮತ್ತು ಎರಡು ಬೀಟಾ ಸರಗಳು. ಪ್ರತಿ ಆಲ್ಫ ಸರದಲ್ಲೂ ೧೪೧ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿದ್ದರೆ ಪ್ರತಿ ಬೀಟಾ ಸರದಲ್ಲೂ ೧೪೬ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿರುತ್ತವೆ. ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಹಂಟ್ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ರಾಮ್ ಎಂಬವರು ಹದಿಮೂರು ಬಗೆಯ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ಗಳನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಒಂದೊಂದರ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಕಂಡಿಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿರುವ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ಗಳ ಬೀಟಾ ಸರದಲ್ಲಿರುವ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಒಂದೊಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ನಿರೂಪಿಸಿದೆ. ಎರಡು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಆರನೆಯ ಸ್ಥಾನದ್ದು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೊಂದಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ಏಳನೆಯ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನು ಎನ್‌ಜೈಮಿನಂತೆ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವೇ ಹೊರತು ಅದರಂತೆ ಜೈವಿಕ ವೇಗವರ್ಧಕವಲ್ಲ. ಅದು ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾ

ಹೀಮೋ ಗ್ಲೋಬಿನ್	ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳು (ಕ್ರಮಾನುಕ್ರಮವಾಗಿ)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
A	ವೇಲಿ—	ಹಿಸ್ಟಿ—	ಲೂಸಿ—	ತ್ರೆಯೊ—	ಪ್ರೋಲಿ—	ಗ್ಲು. ಆಮ್ಲ—	ಗ್ಲು. ಆಮ್ಲ—	ಲೈಸಿ
S	ವೇಲಿ—	ಹಿಸ್ಟಿ—	ಲೂಸಿ—	ತ್ರೆಯೊ—	ಪ್ರೋಲಿ—	ವೇಲಿ	—ಗ್ಲು. ಆಮ್ಲ—	ಲೈಸಿ
C	ವೇಲಿ—	ಹಿಸ್ಟಿ—	ಲೂಸಿ—	ತ್ರೆಯೊ—	ಪ್ರೋಲಿ—	ಲೈಸಿ	—ಗ್ಲು. ಆಮ್ಲ—	ಲೈಸಿ
G	ವೇಲಿ—	ಹಿಸ್ಟಿ—	ಲೂಸಿ—	ತ್ರೆಯೊ—	ಪ್ರೋಲಿ—	ಗ್ಲು. ಆಮ್ಲ—	ಗ್ಲೈಸಿ	—ಲೈಸಿ

ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನೆರವು ನೀಡುವುದಿಲ್ಲ. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್ನಿನ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳ ಸರವು ಜೀನಿ ನಿರ್ದೇಶನದಂತೆ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ನೋಡಿ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು "ಒಂದು ಜೀನಿಗೆ ಒಂದು ಎನ್‌ಜೈಮು" ಎಂಬ ಜೀನಿ ವಾದವನ್ನು "ಒಂದು ಜೀನಿಗೆ ಒಂದು ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡ್ ಸರ" ವೆನ್ನುವುದು ಯೋಗ್ಯ ವೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ಮತ್ತು ವೈರಸುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಕೇವಲ ಇತ್ತೀಚಿನದು. ಲೂರಿಯ ಮತ್ತು ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೪೩ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲೂ ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಕೃತಿತನವನ್ನು ತೋರಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅಸ್ತಿಭಾರವನ್ನಿಟ್ಟಂತಾಯಿತು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಲೋಕಕ್ಕೆ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಅಗೋಚರ ಶಕ್ತಿ ಹೊಸ ಹೊಸಲಿನಲ್ಲಿ ಕರೆದೊಯ್ಯಿತು. ಈ ಜೀವರಾಶಿಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಆನುವಂಶಿಕ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಒರೆಹಚ್ಚಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತು(ಜೀನಿ)ವಿನ ರಚನೆ, ಜೀನಿಕಾರ್ಯ, ಜೀನಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆ, ಅದರ ದ್ವಿಪ್ರತೀಕರಣ, ಜೀನಿಲೋಕದ ಭಾಷೆ–ಮೊದಲಾದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೂ ಮುಂದುವರಿದುವು.

೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕಾ ದೇಶದ ಅವೆರಿ, ಮ್ಯಾಕ್ಲೆಯಾಡ್ ಮತ್ತು ಮೆಕಾರ್ಟೆ ಎಂಬುವರು ಹಾಗೂ ಸ್ಕ್ಯಾಂಡಿನೇವಿಯದ ಲಾಂಗ್‌ವಡ್–ನೀಲ್ಸೆನ್ ಎಂಬುವನು ಹದಿನಾರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಗ್ರಿಫಿತ್ ಎಂಬುವನು ನ್ಯೂಮೋನಿಯ ಕಾಯಿಲೆಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಮೇಲೆ ಕೈಕೊಂಡ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಪುನರಾವರ್ತಿಗೊಳಿಸಿದರು. ಅವೆರಿ ತಂಡದವರು ರೋಗಜನಕ ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಉಗ್ರಗಾಮಿತನವನ್ನುಳ್ಳ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಂದ ಡಿ–ಆಕ್ಸಿರೈಬೋ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು (ಲಘುವಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎ) ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಹಾಗೂ ಶುದ್ಧೀ

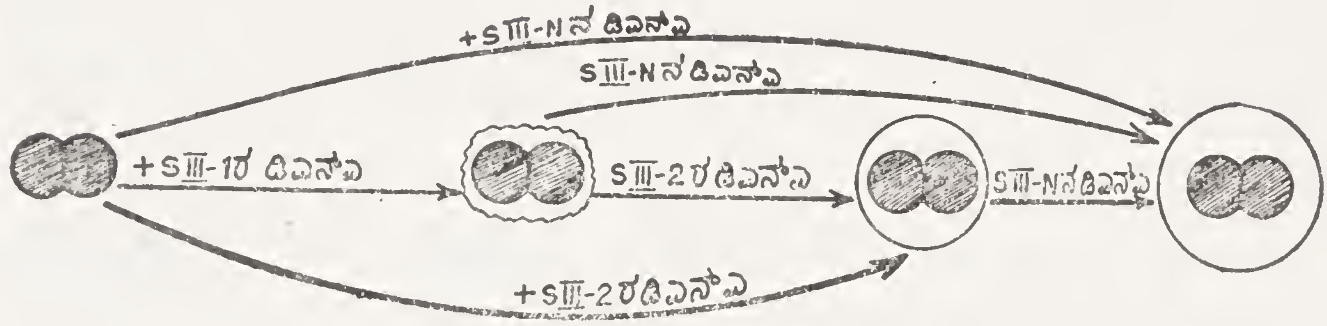
ಕರಿಸಿ ರೋಗಜನಕ ಶಕ್ತಿ ಹಾಗೂ ಉಗ್ರಗಾಮಿತನವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಜೀವಂತ ವಿಕೃತಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೆ ಕೊಟ್ಟರೆ, ಅವು ಮತ್ತೆ ರೋಗಜನಕ ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಮತ್ತು ಉಗ್ರಗಾಮಿತನವನ್ನೂ ಗಳಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಈ ಕ್ರಾಂತಿ ಕಾರಕ ಸಂಶೋಧನೆಯು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಜಗತ್ತನ್ನೇ ಜಗ್ಗಿಸಿತು. ಅಂದಿನವರೆಗೂ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಸಾರಜನಕವಸ್ತುವು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ನೆಲೆಯೆಂದು ಬಗೆದಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಪುನರಾವರ್ತಿಗೊಳಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ, ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೇಸ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟಿಯೊಲಿಟಿಕ್ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಅತಿನೀಲ ಕಿರಣಗಳ ಹೀರಿಕೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅಧ್ಯಯನ ಗಳಿಂದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವೇ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವೆಂದು ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ದೃಢಪಟ್ಟಿತು; ಅಲ್ಲದೆ ಲೋಕಮಾನ್ಯವಾಯಿತು. ಇದಲ್ಲದೆ ಜೀನಿಯ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎರಡು ಗುಣವಿಶೇಷಗಳು—ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಆನುವಂಶಿಕ ನಿರ್ಧಾರಣ—ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವುದೆಂದು ಸ್ಪಷ್ಟ ವಾಯಿತು.

ಮೇಲಿನ ಕ್ರಾಂತಿಕರ ಸಂಶೋಧನೆಯು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಮತ್ತೆರೆಡು ಕ್ಷೇತ್ರ ಗಳ ಹೆಬ್ಬಾಗಿಲುಗಳನ್ನು ತೆರೆಯಿತು. ಒಂದು ದಿಶೆಯಲ್ಲಿ, ಜೀನಿಯು ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗುವ ಸಂಯಂತ್ರದ ಅಧ್ಯಯನ, ಚಯಾಪ ಚಯ ಕ್ರಿಯಾಸರಣಿಯಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶಿಕ ತಡೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಕೃತಿಜನಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಭೌತಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಭಾವದ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳೇ ಮೊದಲಾದವು ಮುಂದುವರಿದುವು. ಮತ್ತೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಜೀನಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆ, ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಅಣುಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡುವುದು, ಅವುಗಳ ರಚನೆ, ಗಾತ್ರ, ತೂಕ, ಸಸಾರಜನಕ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳ ಪಾತ್ರ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಕ ವಾಗಿರುವ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯ ಲಿಪಿ ಮತ್ತು ಸಂಕೇತಗಳ ಗೂಢಾರ್ಥಗಳ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರಿಯಿತು.

ಒಂದು ಕಾಲಕ್ಕೆ ಡಿಎನ್‌ಎ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವಾಗಿರದೆ, ವಿಕೃತಿಜನಕ ಕಾರಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸುವುದೆಂಬ ಶಂಕೆಯೂ ತಲೆ ದೋರಿತ್ತು. ಆದರೆ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿದ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಈ ಶಂಕೆಯನ್ನು ತೊಡೆದು ಹಾಕಲಾಗಿದೆ. ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ಫಾಸ್ಫರಸ್‌ನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಂದ ಡಿಎನ್‌ಎಯನ್ನು ಪಡೆದು, ಅದನ್ನು ಪರಿವರ್ತನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿದರೆ, ಅದು ಸ್ವೀಕೃತ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದ ದೇಹದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಬಹುದು.

S III ಟೈಪಿನ ನ್ಯೂಮೋನಿಯಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಪರಿವರ್ತನ

ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ಕೆಲವು ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿವೆ. ಆ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಉಗ್ರಗಾಮಿತನವು ದೇಹದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಹೊದಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಆ ಜೀವಿಯು ವಿಕೃತಿಗೊಂಡರೆ ಹೊದಿಕೆಯು ಮಾಯವಾಗಿ ಉಗ್ರಗಾಮಿತನವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೆ ಇವೆರಡು ಲಕ್ಷಣಗಳ ಮಧ್ಯೆ ವಿಕೃತಿ ಹೊಂದಿದ ಕೆಲವು ವಿಕೃತಿಗಳು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದ ಹೊದಿಕೆಯನ್ನುಳ್ಳ ಜೀವಿಯಿಂದ ಡಿಎನ್ಎ ವಸ್ತುವನ್ನು ಪಡೆದು ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಹೊದಿಕೆಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಅದನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಅವು ಪರಿವರ್ತನ ಹೊಂದುತ್ತವೆ. (ಚಿತ್ರ ೭).



ಚಿತ್ರ ೭. ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪರಿವರ್ತನೆ.

ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯ ಮರ್ಮಧರ್ಮಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಮೋನಿಯಾ ಗುಂಪಿನ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲದೆ, ಹೀಮೋಫಿಲಿಸ್ ಇನ್‌ಫ್ಲುಎಂಜೆ, ಎಸ್‌ಚೆರೀಷಿಯಾ ಕೋಲಿ, ಷಿಗೆಲ್ಲಾ ಪ್ಯಾರಡೈಸೆಂಟೇರಿಯೆ ಎಂಬ ಇತರ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲೂ ಕಾಣಬಹುದು.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಅಲೈಂಗಿಕ ರೀತಿಯ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯು ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೆಂದು ಹಿಂದೆ ಎಲ್ಲ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ನಂಬಿದ್ದರು. ಲೆಡರ್‌ಬರ್ಗ್ ಮತ್ತು ಟೀಟಮ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೪೬ರಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಚೆರೀಷಿಯಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಲೈಂಗಿಕತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು ಮತ್ತು ಎರಡು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಹತ್ತಿರ ಬಂದು ಜೋಡಿಗೂಡಿ, ಒಂದು ತನ್ನ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗಿಸುವ ಮರ್ಮವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲೂ ಹೆಣ್ಣು ಗಂಡೆಂಬ ಲಿಂಗಭೇದವಿರುವುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಯಿತು. ಹಾಗೆ ಜೋಡಿಗೂಡಿರುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ಲೈಂಗಿಕ ಕೂಟಕ್ಕೆ ಸಂಯುಗ್ಮನ (Conjugation) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವು ಗಂಡಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಎಪಿಸೋಮ್

(Episome) ಎಂಬ ಪರವಸ್ತುವು ಅದರ ಕೋಶ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸೇರಿರಬೇಕು. ಇದೇ ಗಂಡು ನಿರ್ಧಾರಕವಸ್ತು. ಗಂಡುಹೆಣ್ಣುಗಳ ಈ ಲೈಂಗಿಕ ಕೂಟದಲ್ಲಿ ಗಂಡು ದಾನಿಯಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದೇ ಒಂದು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಭಾಗವನ್ನು ಹೆಣ್ಣಿನ ದೇಹಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುತ್ತದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಗಂಟೆಯ ಕಾಲ ಜರಗುವ ಕೂಡಿಕೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಇಡೀ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಹೆಣ್ಣಿನ ದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದಲೇ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಅತ್ಯಂತ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವ ಎಪಿಸೋಮು ಹೆಣ್ಣಿನ ದೇಹವನ್ನು ಸೇರುವುದಿಲ್ಲ. ಹೆಣ್ಣು ಗಂಡಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಹೊಂದುವುದಿಲ್ಲ. ಕೂಡಿಕೆಯಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಭಾಗ ಲೋಪವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಸತ್ತುಹೋಗುತ್ತದೆ. ಗಂಡು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಅಲೈಂಗಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದಿದಂತೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಎಪಿಸೋಮೂ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ಮರಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯು ಸಂಯುಗ್ಮನವಾಗುವ ಸಂಭವಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಸಂದಣಿಯಲ್ಲಿ ಗಂಡುಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಕೊರತೆಯಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಎಪಿಸೋಮನ್ನು ಹೊತ್ತ ಗಂಡಿನ ಇಡೀ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ಹೆಣ್ಣಿನ ದೇಹವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಲೂಬಹುದು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಸಂಯುಗ್ಮನ ಕಾಲಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಗಂಡಿನ ಎಪಿಸೋಮು ಹೆಣ್ಣಿನ ಕೋಶದೇಹವನ್ನು ಸೇರಬಹುದು. ಇವೆರಡು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲೂ ಹೆಣ್ಣು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯವು ಗಂಡಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಬಲ್ಲುದು.

ಕೇವಲ ಒಂದೇ ಜೀವಪ್ರಭೇದದ ಹೆಣ್ಣುಗಂಡುಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಸಂಯುಗ್ಮನವನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಾದರೂ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಜೀವಜಾತಿಗಳ ಮಿಶ್ರಣದಲ್ಲಿ ಲೈಂಗಿಕ ಕೂಡಿಕೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಎಸ್‌ಚೆರೀಷಿಯಾ ಕೋಲಿ ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದೊಡನೆ ಷಿಗೆಲ್ಲ ಡೈಸೆಂಟೇರಿಯೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವಾ ಸಾಲ್ಮೊನೆಲ್ಲ ಟೈಫಿಮೂರಿಯನ್ನಾಗಲಿ ಕೂಡಿಸಿದರೂ, ಇಲ್ಲವೆ ಸೂಡೋಮೋನಾಸ್ ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಸಿಲಸ್‌ಗಳ ಬೆರಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿನಿಮಯಮಾಡಿಸಬಹುದು.

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಸಂಯುಗ್ಮನ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ರೂಪರೇಖೆಯನ್ನು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಸ್ಸನ್ನು ಕಾಣಬಹುದೇ ವಿನಃ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಪರಿಚಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಈ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಜೀನಿ ಅಥವಾ ಆನುವಂಶಿಕ ಘಟಕಗಳು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಒಂದು ಸರಮಾಲೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವುವೆಂದೂ ಮತ್ತು ಅದರ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ವೃತ್ತಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಇರಬಹುದೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ.

ಜಿಂಡರ್ ಮತ್ತು ಲೆಡರ್‌ಬರ್ಗ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಸಾಲ್ಮೊನೆಲ್ಲ ಟೈಫಿಮೂರಿಯಮ್ ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯದ ಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯ ಆನುವಂಶಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮತಮವಾದ ವೈರಸುಗಳು ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಿಂದ ಜೀನಿಯನ್ನು ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುವುವೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ವೈರಸುಗಳು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಗಳಲ್ಲಿ ಪರತಂತ್ರಜೀವನ ನಡೆಸುತ್ತವೆ. ಈ ವೈರಸುಗಳು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ಅತಿಥೇಯನನ್ನೇ ಕೊಂದು ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತೆ ಪರಿಸರದಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ತಮ್ಮ ಜೀವನ ಚಕ್ರವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಅವು ಅತಿಥೇಯನ ದೇಹದಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬರುವಾಗ, ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಅತಿಥೇಯನ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ತುಣುಕನ್ನು ಹೊತ್ತುತರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತೊಂದು ಅತಿಥೇಯನ ದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕಾಗ ಹಿಂದಿನ ಅತಿಥೇಯನ ಜೀನಿಸರದ ತುಣಕು ಹೊಸ ಅತಿಥೇಯನ ದೇಹವನ್ನು ಸೇರುತ್ತದೆ. ವೈರಸುಗಳು ಹೀಗೆ ಅತಿಥೇಯನ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತು ಸಾಗಿಸುವ ವಾಹಕಗಳಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಜೀನಿ ಸಾಗಣೆಗೆ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್ (Transduction) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಎರಡು ಮುಖ್ಯವಾದ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್ ವಿಧಾನಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ: ೧) ಸಾಮಾನ್ಯ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್ ಮತ್ತು ೨) ವಿಶಿಷ್ಟ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್. ಮೊದಲನೆಯ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ವೈರಸುಗಳು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ತುಣುಕನ್ನು ಹೊತ್ತು ತರಬಲ್ಲುವು. ಆದರೆ ಎರಡನೆಯ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವ ವೈರಸ್ ವಾಹಕಗಳು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದುವು. ಅವು ಅತಿಥೇಯನ ಕೋಶದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ, ಅತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಭಾಗವನ್ನು ತರುತ್ತವೆ. ಈ ಬಗೆಯ ವೈರಸುಗಳಿಗೆ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ನೆಲೆಗೆ ಹಿಂತಿರುಗುವ ಜ್ಞಾಪಕಶಕ್ತಿ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅವು ನೆಲೆಮಾಡಿಕೊಂಡು ನಿಂತ ಅತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಭಾಗವನ್ನೇ ಹೊತ್ತುತರುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, λ ವೈರಸುಗಳ ಜೀನೋಮು (ಜೀನಿಸರ) ಅತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿರುವ ಗ್ಯಾಲಕ್ಟೋಸನ್ನು ಹುಳಿಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜೀನಿಯ ಬಳಿಯೇ ಬೀಡುಬಿಡುತ್ತದೆ. ಅದು ತನ್ನ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಅತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮನ್ನು ಧ್ವಂಸಗೊಳಿಸಿದ ಮೇಲೆ ನೆಲೆಕೊಟ್ಟ ಜೀನಿ ವಸ್ತುವನ್ನೇ ಬೇರುಸಹಿತ ಕಿತ್ತು ತನ್ನ ಬುಟ್ಟಿಗೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡು ಹೊರಬರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಕಿತ್ತುತಂದ ವೈರಸು ಮತ್ತೊಂದು ಅತಿಥೇಯನ ಕೋಶದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕರೆ ಒಂದರ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಜೀನಿಯು ಮತ್ತೊಂದಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

ಹೀಗೆ ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಜೀನಿ ಅಥವಾ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ತುಣುಕು ವೈರಸಿನ ನೆರವಿನಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ಕೋಶದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕಮೇಲೆ, ಅದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಸಮಜಾತ ಭಾಗದೊಡನೆ ಜೋಡಿಗೂಡುತ್ತದೆ. ತದನಂತರ, ಅದು ಆತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನಲ್ಲಿ ಐಕ್ಯವಾಗಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೆ ಹಾಗೆಯೇ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕೆಲಕಾಲ ಉಳಿಯಬಹುದು. ಹಾಗೆ ಹೊತ್ತ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವು ಅಲೈಂಗಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದರೆ—ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯ ದೇಹವು ಎರಡಾಗಿ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದುವುದೇ ಅದರ ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿಯ ಕ್ರಮ—ಆತಿಥೇಯನ ದೇಹವನ್ನು ಹೊಕ್ಕ ಜೀನಿಯು ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದನೆಯ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಂಡಂತೆ ಆ ತುಣುಕೂ ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಂಡು ಮರಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಹಂಚಿಹೋಗಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಾಲೊನಿಯ ಮರಿಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಈ ತುಣುಕು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್ (Complete Transduction) ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಆತಿಥೇಯನ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಂಡರೂ, ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀನಿಯು ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ದೇಹವು ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದಿದರೆ ಆ ತುಣುಕು ಒಂದು ಮರಿಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಆತಿಥೇಯನ ಮರಿ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನೊಡನೆ ಹಂಚಿಹೋಗುತ್ತದೆ. ಮುಂದಿನ ಪ್ರತಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದ ವಿಭಜನೆಯಲ್ಲೂ ಆ ತುಣುಕು ಇದೇ ರೀತಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಆ ತುಣುಕು ಕೇವಲ ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯನ್ನು ಅಪೂರ್ಣ ಟ್ರಾನ್ಸ್‌ಡಕ್ಷನ್ (Abortive Transduction) ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ.

ಪರತಂತ್ರ ಜೀವಿಗಳಾದ ವೈರಸುಗಳು ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋ ಪ್ರೋಟೀನು. ರಾಸಾಯನಿಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳಿರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಇವುಗಳ ದರ್ಶನ ಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯು ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕ; ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಿಯೇ ಬೇಕು. ಇದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯವನ್ನು ಹೊಗುವಾಗ ಇಡೀ ದೇಹವೇ ನುಗ್ಗುವುದೇ ಎಂಬುದರ ಬಗ್ಗೆ ಹೆರ್ಷೆ ಮತ್ತು ಚೇಸ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಒಂದು ಕೌತುಕಕಾರಿ ಅಂಶವನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿದ್ದಾರೆ. P^{32} ಮತ್ತು S^{35} ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ಐಸೋಟೋಪುಗಳ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದ ವೈರಸುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಆ ವೈರಸಿನ ಡಿಎನ್‌ಎ ಎಂಬ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ಮಾತ್ರ ಪ್ರವೇಶಿಸುತ್ತದೆಯೇ ಹೊರತು ಪ್ರೋಟೀನು ಅಥವಾ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಹೊದಿಕೆ ಒಳಗೆ ನುಗ್ಗು

ವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲವೇ ಹೊರತು ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಲ್ಲವೆಂಬ ಅಂಶವನ್ನೂ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತದೆ ಮತ್ತು ದೃಢಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಆಣವಿಕ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ

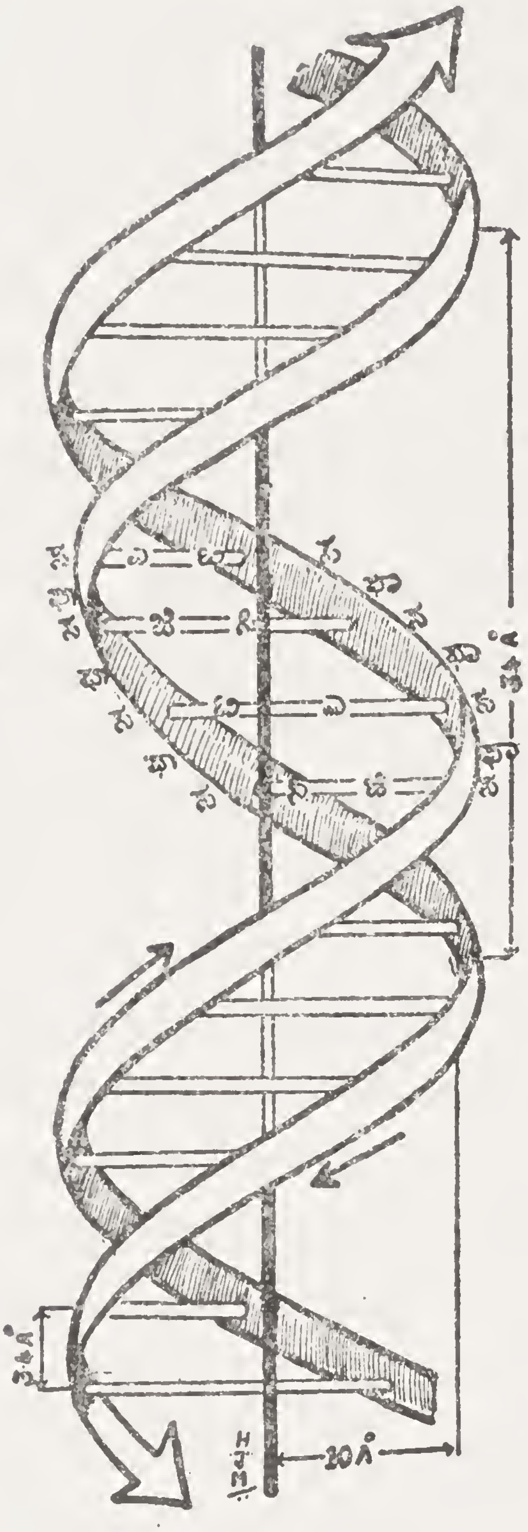
ಫ್ರೀಡ್ರಿಹ್ ಮೀಷೆರ್ ಎಂಬ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಜೀವಕೋಶದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸಿನಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ೧೮೬೨ರಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದ್ದರೂ, ಆನುವಂಶೀಯತೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿ ಕೊಳ್ಳಲು ಎಂಬತ್ತು ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಯಿತು. ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಯಿಂದಲೂ ಆನುವಂಶೀಯತೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗಮನಿಸಿ, ಅವರಲ್ಲಿ ಜೀನಿಗಳು ಸರಮಾಲೆಯಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿರುವುವೆಂದು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ದೃಢಪಡಿಸಿದ್ದರು. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಪ್ರೋಟೀನುಗಳು ಮತ್ತು ಎರಡು ಬಗೆ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳು ಇರುವುದು ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ: ಒಂದು ಡಿ–ಆಕ್ಸಿರೈಬೊ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (ಲಘುವಾಗಿ ಡಿಎನ್ಎ) ಮತ್ತೊಂದು ರೈಬೊ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ(ಆರ್ಎನ್ಎ). ಇವೆರಡರ ಪೈಕಿ ಯಾವುದರಲ್ಲಿ ಜೀನಿಯ ನೆಲೆ ಇದೆ ಎಂಬುದು ಸುಸ್ಪಷ್ಟ ವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಜೀನಿ ಸಿಂಹಾಸನವನ್ನು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಥವಾ ಸಸಾರಜನಕವೇ ಆಕ್ರಮಿಸಿರುವುದೆಂದು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಂಬಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಹಲವು ನಿದರ್ಶನಗಳ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದಮೇಲೆ ಅವರಿಗೆ ಜೀನಿ ಗದ್ದುಗೆಯನ್ನೇರಿರುವುದು ಕೇವಲ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲಗಳೇ ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂತು. ಆರ್ಎನ್ಎ ಯು ಟೊಬಾಕೋ ಮೊಸೇಕ್ ವೈರಸಿನಲ್ಲಿ ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಿದರೆ ಉಳಿದೆಲ್ಲಾ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿ (ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದುವುಗಳಲ್ಲಿ) ಡಿಎನ್ಎ ಯು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ.

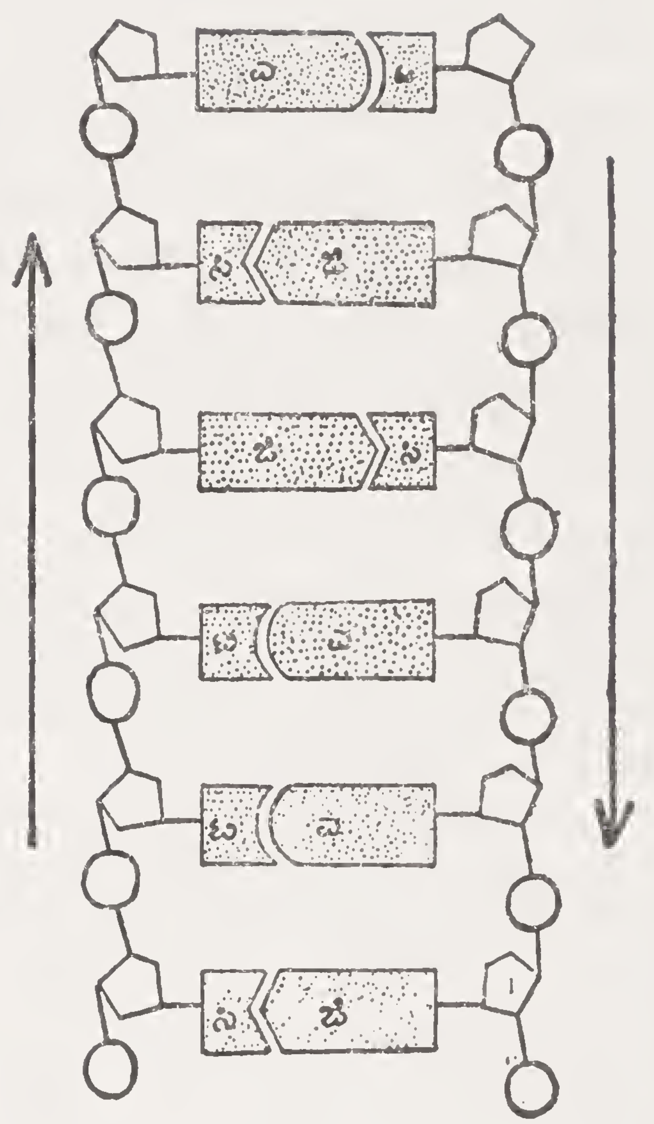
ಅವೆರಿ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಂಗಡಿಗರು ತಮ್ಮ ಕ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಡಿಎನ್ಎ ಯು ಅನುವಂಶಿಕವಸ್ತುವೆಂಬ ತೀರ್ಮಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಅವರ ತೀರ್ಪನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸಲು ಹಲವು ದಿಕ್ಕಿನಿಂದ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳೂ ಬಂದುವು. ವಾಂಡ್ರೇಲಿ ತಂಡದವರು ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ಡಿಎನ್ಎ ಯು ಒಂದು ಜೀವಪ್ರಭೇದದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಿರ ಹಾಗೂ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದರು. ಡೇನಿಯಲ್ ಮಾಜಿಯಾ ಎಂಬವನು ಮಾನವನ ಕೋಶಜಾಲವನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಬೆಳೆಸಿ, ಹಲವು ವಿಭಜನೆಯ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್ಎ ಯ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್ಎ ಯು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಂಡ ಐದು ಗಂಟೆಗಳ ಮೇಲೆ ಕೋಶ ವಿಭಜನೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುವುದೆಂದೂ, ವಿಭಜನೆ ಮುಕ್ತಾಯವಾದ ಮೇಲೆ

ಅದರ ಪರಿಮಾಣವು ಎಂಟು ಗಂಟೆಗಳವರೆಗೂ ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿರುವುದೆಂದೂ, ಆದರೆ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮಿನ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ನಿಯಮಿತವಾಗಿ ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ವಿವರಿಸಿದನು. ಸ್ಮೈಲಿ ಮತ್ತು ಥಾಮ್‌ಸನ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ಯು ಇತರ ಕೋಶಿಕವಸ್ತುಗಳಂತೆ ಕೋಶಿಕೀಯ ಚಯಾಪಚಯ ಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು. ಅಲ್ಲದೆ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ವೈರಸುಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ವಸ್ತುಗಳಿರುವ ಮಾಧ್ಯಮದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ, ಕೈಗೊಂಡ ಪ್ರಯೋಗ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳೂ ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ನಿದರ್ಶನ. ಅಲ್ಲದೆ, ಸ್ಟೆಂಟ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹ ಸಂಶೋಧಕರು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ P^{32} ಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ವೈರಸುಗಳನ್ನು ತಳಿಮಿಶ್ರಣ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿ ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಫ್ರಾಂಕೆಲ್-ಕೊನ್‌ರಾಟ್ ಮತ್ತು ವಿಲಿಯಮ್ಸ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಟೊಬಾಕೋ ಮೊಸೇಕ್ ವೈರಸ್ಸಿನಿಂದ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಯನ್ನು ಮತ್ತೊಂದು ಟೊಬಾಕೋ ವೈರಸಿನ ಸಸಾರಜನಕದೊಡನೆ ಸೇರಿಸಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಮಿಶ್ರತಳಿ ವೈರಸ್ಸನ್ನೇ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದರು.

ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಆನುವಂಶಿಕ ವಸ್ತುವೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಮೇಲೆ ಅದರ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಯ—ಅಣುರಚನೆ, ತೂಕ, ಗಾತ್ರ ಮೊದಲಾದುವು—ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತ್ವರಿತಗತಿಯಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆದುವು. ಡಿಎನ್‌ಎ ಮತ್ತು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಗಳ ಸ್ಥಾನಮಾನ, ರೂಪು, ರಚನೆ, ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟತೆಗಳಿವೆ ಎಂಬುದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದರೆ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ಕೋಶಿಕದ್ರವ್ಯ, ರೈಬೊಸೋಮು ಮತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಲಸುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿರುವುದೆಂದು ದೃಢಪಟ್ಟಿತು. ಒಂದರಲ್ಲಿ ಫಾಯ್‌ಲ್ಗನ್ ಎಂಬ ರಂಗನ್ನು ಹೀರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದ್ದರೆ ಮತ್ತೊಂದರಲ್ಲಿ ಅದು ಲೋಪವಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ಮತ್ತು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಅಣುಭಾರವು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾದುವು.

೧೯೧೦ರ ವೇಳೆಗೆ ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಬಹು-ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸರಮಾಲೆಯೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತ್ತು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡಿನಲ್ಲೂ ಒಂದು ಫಾಸ್ಫಾರಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಅಣು, ಒಂದು ಪೆಂಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆ (ಡಿಆಕ್ಸಿ ರೈಬೋಸ್) ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ಯೂರೀನ್ (ಎಡನೀನ್ ಅಥವಾ ಗ್ವಾನೀನ್) ಅಥವಾ ಪಿರಿಮಿಡೀನ್ (ಸೈಟೋಸೀನ್ ಅಥವಾ ಥೈಮೀನ್)ಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡು ಮೇಲಿನವಂತೆಯೇ ಇದ್ದರೂ ಥೈಮೀನಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಯೂರಸಿಲ್ ಎಂಬ ಪಿರಿಮಿಡೀನೂ ಮತ್ತು ಡಿಆಕ್ಸಿರೈಬೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಗೆ ಬದಲಾಗಿ ರೈಬೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದವು.





ಚಿತ್ರ ೮: "ವಾಟ್ಸನ್-ಕ್ರಿಕ್"ರ ಡಿಎನ್ಎ ಅಣುವಿನ ಸುರುಳಿಸೋಪಾನ ಅಥವಾ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲ.

ಚಿತ್ರ ೯: "ವಾಟ್ಸನ್-ಕ್ರಿಕ್"ರ ಮಾದರಿಯಂತೆ ಫಾಸ್ಫಾರಿಕ್ ಆಮ್ಲ (ವೃತ್ತಾಕೃತಿ) ಮತ್ತು ಪೆಂಟೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆ (ಪಂಚಕೋನಾಕೃತಿ) ಗಳು ಕೂಡಿ "ಫಾಸ್ಫೇಟ್-ಸಕ್ಕರೆ" ತಂತುವಾಗಿರುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಎರಡು ತಂತುಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಕೂಡಿಸುವ ಅಡ್ಡ ಪಟ್ಟಿ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳಿಂದ ಸುರುಳಿ ಸೋಪಾನವಾಗಿರುವಿಕೆ.

ಡಿಎನ್ಎ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಘಟಕಗಳು ಹೇಗೆ ಅಳವಡಿಸಿರಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ವಾಟ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಕ್ ಎಂಬುವರು ೧೯೫೩ರಲ್ಲಿ ಆ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಾಧನೆ ಮತ್ತು ಸಾಹಿತ್ಯ

ಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದರು. ಇವರ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಆ ಅಣುವು ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ನೀಳವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳ ಸುರುಳಿಸೋಪಾನ ಅಥವಾ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲ (ಚಿತ್ರ-೮), ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ನೀಳವಾದ ಏಣಿಯನ್ನು ಸುರುಳಿಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿದರೆ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಅದರ ರಚನೆ. ಏಣಿಯ ಪ್ರತಿಕಂಬ ಅಥವಾ ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ (ಚಿತ್ರ-೯) ಫಾಸ್ಫಾರಿಕ್‌ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಸಕ್ಕರೆಗಳು ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಅವು ಪರಸ್ಪರ ಕೂಡಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ತಂತುವಿನ ಸಕ್ಕರೆ ಅಣುವಿನೊಂದಿಗೆ ಪ್ಯೂರೀನ್ ಮತ್ತು ಪಿರಿಮಿಡೀನು ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳು ಕೂಡಿ ಒಳಕ್ಕೆ ಚಾಚಿರುತ್ತವೆ. ಮತ್ತು ಒಂದು ಪ್ಯೂರೀನಿನೊಡನೆ ಒಂದು ಪಿರಿಮಿಡೀನು ಜಲಜನಕ ಬಂಧಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಜೋಡಿಗೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಸುರುಳಿಸೋಪಾನದ ಕಂಬಗಳು ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಡಿಎನ್‌ಎ ರಚನೆಯ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಎಡೆನೀನು (A) ಥೈಮೀನಿನೊಡನೆಯೂ (T) ಮತ್ತು ಸೈಟೊಸೀನು (C) ಗ್ವಾನೀನಿನೊಡನೆಯೂ (G) ಜೊತೆಗೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವನ್ನು ದೃಢಪಡಿಸಲು ವಿವಿಧ ಜೀವರಾಶಿಗಳ ಡಿಎನ್‌ಎ ಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳಿಂದ ಬಂದಿರುವ ಫಲಿತಾಂಶಗಳೇ ಸಾಕ್ಷಿ. ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಶೇಕಡ ಪರಿಣಾಮವು ಬಹು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿದ್ದರೂ, ಎಡನೀನಿನ ಪರಿಮಾಣವು ಥೈಮೀನಿನ ಪರಿಮಾಣದಷ್ಟಿದ್ದರೆ, ಗ್ವಾನೀನಿನ ಪರಿಮಾಣವು ಸೈಟೋಸೀನಿನ ಪರಿಮಾಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಹಾಗೂ ವಿಚಿತ್ರ ವಿಧಾನದ ವಿನ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಿದೆ. ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸರಪಳಿ ಮತ್ತೊಂದರ ಪೂರಕ. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಶ್ರೇಣಿಯ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಕ್ರಮಾನುಗತಿಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದರ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಕ್ರಮಾನುಗತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು :

```
←—A T C C G T A A G T T T C T A T C C G G T A A ........
   | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
......T A G G C A T T C A A A G A T A G G C C A T T —→
```

"ವಾಟ್ಸನ್—ಕ್ರಿಕ್"ರವರ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ಮಾದರಿಯು ಅಸಾಧಾರಣ ಹಾಗೂ ಅದ್ಭುತಮಯವಾಗಿದ್ದರೂ, ಜೀನಿ ವಿಕೃತಿ ಮತ್ತು ಜೀನಿ ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವಿಕೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿವರಿಸುವುದಾಗಿದ್ದರೂ, ಜೀವಜ್ಞಾನಿಗಳು ಹೊಸದರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಒಪ್ಪಲಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಮೂರು ಲಕ್ಷಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವು ತನ್ನ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿಕೊಂಡು, ಮರಿ ಶ್ರೇಣಿಯನ್ನು ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸಿಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ಸುರುಳಿಸುತ್ತಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಹೇಗೆ

ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಟೀಕಿಸಿದರು. ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲಸ್ವರೂಪಿಯಾದ ಈ ಅಣುವು ಇಷ್ಟೊಂದು ಸರಳ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇರಲಾರದೆಂದು ಅಲ್ಲಗಳೆದರು.

ಡಿಎನ್‌ಎ ಯ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲದ ಬಗ್ಗೆ ಟೀಕೆ ವಿರೋಧಗಳು ಏಳುತ್ತಿದ್ದಂತೆಯೇ "ವಾಟ್ಸನ್–ಕ್ರಿಕ್"ರವರ ವಾದವನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸುವ ಸಾಕ್ಷ್ಯಾಧಾರಗಳು ಹೊರಬಿದ್ದುವು. ಮೆಸಲ್‌ಸನ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಹ ಸಂಶೋಧಕರು ೧೯೫೮ರಲ್ಲಿ ಎಸ್‌ಚೆರೀಷಿಯಾ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ಸಾರಜನಕ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ, ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಪೀಳಿಗೆಗಳ ಡಿಎನ್‌ಎಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಆ ಅಣುವು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವ ರೀತಿ ನೀತಿಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದರು. ಟೇಯಲರ್ ಮತ್ತು ಅವನ ಸಂಗಡಿಗರು ೧೯೬೩ರಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯದ ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಿಗೆ ರೇಡಿಯೋ ಆಕ್ಟೀವ್ ಜಲಜನಕವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಮೆಸೆಲ್‌ಸನ್‌ರವರ ನಿರ್ಣಯವನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿದರು.

ವಾಟ್ಸನ್, ಕ್ರಿಕ್, ಡೆಲ್‌ಬ್ರೂಕ್ ಮತ್ತು ಸ್ಟೆಂಟ್ ಮೊದಲಾದವರು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವ ನೀತಿನಿಯಮುಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ನಿಯಮದ ಪ್ರಕಾರ ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವ ಕಾಲ ಸನ್ನಿಹಿತವಾದಾಗ ಈ ಸುರುಳಿ ಸೋಪಾನವು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಕ್ರಮವಾಗಿ ಬಿಚ್ಚಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಬಿಡಿಯಾದ ಮೂಲ ಶ್ರೇಣಿಯ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳು ತಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿರುವ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳ ಉಗ್ರಾಣದಿಂದ, ತಮಗೆ ಸೂಕ್ತ ಹಾಗೂ ಅನುಗುಣವಾದ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಎಡನೀನು ಥೈಮೀನನ್ನೂ, ಗ್ವಾನೀನು ಸೈಟೊಸೀನನ್ನೂ ಆಕರ್ಷಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಥೈಮೀನೂ ಮತ್ತು ಸೈಟೊಸೀನುಗಳೂ ಕೂಡ. ಹೀಗೆ ಮೂಲಶ್ರೇಣಿಯೊಡನೆ ಹೊಸ ಪೂರಕ ಶ್ರೇಣಿಯು ರೂಪುಗೊಂಡು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

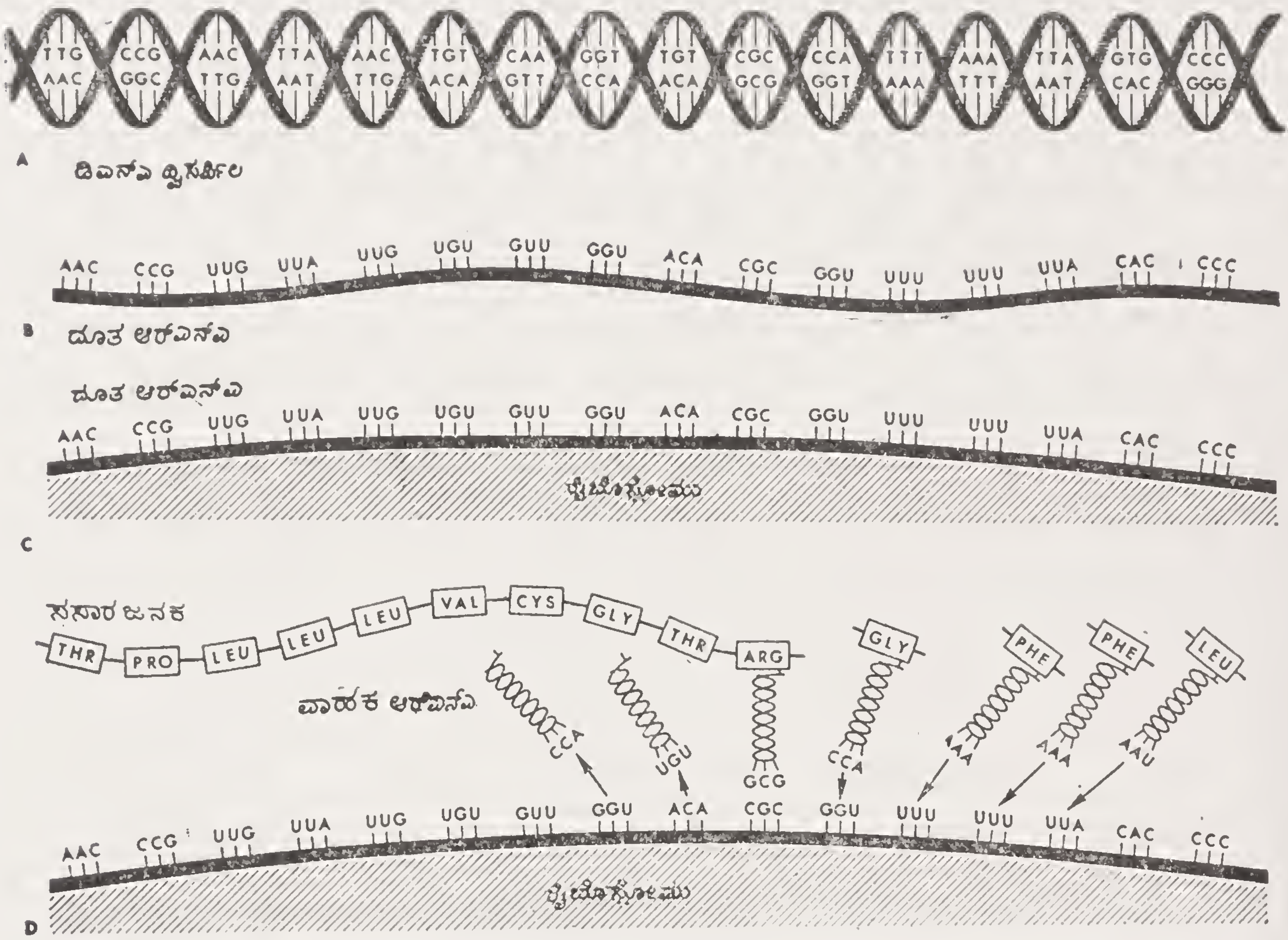
ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಸರಳ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುವುದರಿಂದ ಹಿಡಿದು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವ ವರೆಗೆ ನಡೆಯುವ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ಪರಿಚಯವಾದ ಮೇಲೆ ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮತ್ತು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅವುಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾದರು. ಕಳೆದ ೧೫ ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಿ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಒಚಾವ ಮತ್ತು ಕೊರೆನ್‌ಬರ್ಗ್ ಎಂಬವರು ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಮತ್ತು ಡಿಎನ್‌ಎ ಗಳನ್ನು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಜೀವದ ಮೂಲವಾದ ಡಿಎನ್‌ಎಯನ್ನೇ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿರುವುದು ವಿಸ್ಮಯಕಾರಿಯ ಸಾಧನೆಯೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅದು ಉಜ್ವಲ ಭವಿಷ್ಯದಿಂದ ಕೂಡಿದೆ. ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಯನ್ನು ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ತುಂಬುವ ಸಾಧನೆಗಳು

ಸಿದ್ಧಿಯನ್ನು ಪಡೆದರೆ ಜೀವನಿರ್ಮಾಣದ, ಜೀವವಿಕಾಸದ ಮತ್ತು ಮಾನವನ ಉಜ್ವಲಭವಿಷ್ಯದ ಸೂತ್ರಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕರಗತವಾದಂತೆಯೇ.

ಜೀವಿಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವಿಕೆ, ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಜರುಗುವ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಜೀನಿರೂಪದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಅಣುವು ಹೇಗೆ ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದಿವೆ. ಈ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುಗಳು ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ರೂಪುಗೊಂಡಂತವು. ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಸೀಮಿತವಾಗಿರುವುದು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಸಿನ ಒಳಗೆ, ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ. ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವುದು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಸಿನ ಹೊರಗೆ, ಕೋಶಿಕ ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ; ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಕಣಗಳಂತಿರುವ ರೈಬೊಸೋಮುಗಳಲ್ಲಿ. ಅಸಂಖ್ಯಾತ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪೈಕಿ ಇಂತಹದೇ ಆದ ಸಸಾರಜನಕವು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಬೇಕಾದರೆ ಡಿಎನ್‌ಎಯು ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬೇಕು. ಅದರಂತೆ ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗಬೇಕು. ಈ ಜೀನಿ ಸಂದೇಶಗಳು ಜೀನಿ ಸಂಕೇತಸೂತ್ರ ಅಥವಾ ಜೀನಿಲಿಪಿ (Genetic code) ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನಿಂದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣಾಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಾಗಬೇಕು.

ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸಂದೇಶದಂತೆ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುವುದು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳ ನೆರವಿನಿಂದಲೇ. ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಕಂಕಣ ಬದ್ಧರಾಗಿರುವ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧ: (೧) ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (Messenger RNA), (೨) ರೈಬೊಸೋಮಿನ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (Ribosomal RNA) ಮತ್ತು (೩) ಕೋಶಿಕ ದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿರುವ ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ (Transfer RNA) ಈ ಒಂದೊಂದು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯೂ ತನ್ನ ಗಾತ್ರ, ರಚನೆ, ತೂಕ ಮತ್ತು ಕರ್ತವ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ರೈಬೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆ, ಮತ್ತು ಥೈಮೀನು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುವುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಡಿಎನ್‌ಎಯ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲದ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೊಟೈಡುಗಳ ತಂತುಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಅದರಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ತಂತು ಇರುತ್ತದೆ.

ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಭಾಗವು ಒಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆಯೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಒಂದು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಸಿನಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವುದು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ನಿರ್ದಿಷ್ಟಭಾಗದ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿಯೇ. ಆ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲದ ತಂತು



ಚಿತ್ರ ೧೦. ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ರೇಖಾಹಂತಗಳು.

ಗಳು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಸುರುಳಿ ಬಿಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಬೇರ್ಪಡುತ್ತವೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಂತು ಪ್ರಮಾಣ ಫಲಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಒಂದು ತಂತುವಿನ ಪಾರ್ಶ್ವದಲ್ಲಿ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡುಗಳು ಪೂರಕದ ಸರಣಿಯಂತೆ ಅಳವಡಿಸಿ ಒಂದು ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯ ತಂತುವು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತದೆ. ೧೦ ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ದ್ವಿಸರ್ಪಿಲದ ಒಂದು ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ T T G G G C A A C A A T A A C ಇತ್ಯಾದಿ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳು ಅಳವಡಿಸಿದ್ದರೆ ಆ ಡಿಎನ್‌ಎ ಪ್ರಮಾಣ ಫಲಕದ ತಂತುವಿನಿಂದ (ಚಿತ್ರ ೧೦A) ನಿರ್ಮಾಣವಾದ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿನ ತಂತುವಿನಲ್ಲಿ A A C C C G U U G U U A U U G ಇತ್ಯಾದಿ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೊಟೈಡುಗಳು ಅಳವಡಿಸಿರುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೧೦B). ಅಂದರೆ, ಇಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವಾಗ ಹೊಸ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಒಂದು ತಂತುವು ನಿರ್ಮಾಣಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಇದ್ದರೂ ಥೈಮೀನಿಗೆ (T) ಬದಲಾಗಿ ಯೂರಸಿಲ್ (U) ನಿಂದ ಕೂಡಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡುಗಳು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ: ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡ ಮೇಲೆ, ಅಂದರೆ ಮೂಲ ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಪಡೆದ ಮೇಲೆ, ಅದು ಡಿಎನ್‌ಎ ತಂತುವಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ; ಡಿಎನ್‌ಎ ತಂತುಗಳು ಮತ್ತೆ ಸುರುಳಿ

ಸೋಪಾನದಂತೆ ಕೊಡುತ್ತವೆ. ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ಹೀಗೆ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಹೊತ್ತು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಸಿನ ಪೊರೆಯ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಹೊರಬಂದು, ಕೋಶಿಕದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ರೈಬೊಸೋಮುಗಳ ಮೇಲೆ ತಂಗುತ್ತದೆ (ಚಿತ್ರ ೧೦C) ಸುರುಳಿ ಸುತ್ತಿದ ಜಡೆಪಿನ್ನುಗಳಂತಿರುವ ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳು ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತು ತಂದು ಡಿಎನ್‌ಎಯ ಸಂದೇಶಗಳಿಗೆ ಅನುಸಾರವಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸುತ್ತವೆ (ಚಿತ್ರ ೧೦D). ಜೀವಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಎನ್‌ಜೈಮುಗಳು ಹಾಗೆ ಹತ್ತಿರ ಬಂದ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಬಂಧನವಾಗುವಾಗ ಒಂದು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲದ ಕಾರ್ಬಾಕ್ಸೈಲ್ ಗುಂಪು ಅದರ ಮುಂದಿನ ಆಮ್ಲದ ಅಮೀನೋ ಗುಂಪಿನೊಡನೆ ಕೂಡಿ ಪೆಪ್ಟೈಡ್ ಬಂಧನವೇರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಂಡ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವು ರೈಬೊಸೋಮಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟು ಜೀವಕೋಶದ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲ್ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವು ನೂರಾರು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಒಂದೊಂದರ ಸ್ಥಾನಮಾನ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಹೀಮೋಗ್ಲೋಬಿನ್‌ನ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಆಲ್ಫ ಮತ್ತು ಬೀಟಾ ಸರಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಮವಾಗಿ ೪೨೩ ಮತ್ತು ೪೩೮ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳನ್ನುಳ್ಳ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೊಟೈಡುಗಳಿರುತ್ತವೆ (೧೨೪೯ನೆಯ ಪುಟ ನೋಡಿ). ಇಷ್ಟು ಉದ್ದವಾದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವು ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಅಷ್ಟೇ ಉದ್ದದ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯೂ ಇರಬೇಕು. ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿರುವ ಸಂದೇಶವನ್ನು ರೈಬೋಸೋಮಿನ ಹಾಗೂ ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಆಗಲೇ ಸಂದೇಶಕ್ಕೆತಕ್ಕಂತೆ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಭಾಷೆಯು ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಭಾಷೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ.

ಜೀವಕೋಶದ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಚುರದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವದ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಈ ಮರ್ತ್ಯಲೋಕದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಾದಿಯನ್ನು ಮೆಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಕೇವಲ ನಾಲ್ಕು ಲಿಪಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ (A : ಎಡಿನೀನ್, C : ಸೈಟೋಸೀನ್ G : ಗ್ವಾನೀನ್ ಮತ್ತು U : ಯುರಸಿಲ್ ಎಂಬ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೊಟೈಡುಗಳು) ಜೀವ ಭಾಷೆಯನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ತಳಿಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ತರ್ಕಬದ್ಧವಾದ ಕೆಲವು ವಾದಗಳನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ರಿಕ್ ಎಂಬುವನು ಸೂಚಿಸಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಎಲ್ಲರ ಒಪ್ಪಿಗೆಯನ್ನೂ ಪಡೆದಿದೆ. ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಜೀವಿಯ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೨೦ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಒಂದೊಂದು ಆಮ್ಲದ ಘಟಕದ ಸಂಕೇತವು ಮೂರು

ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಲಿಪಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ UUU, CGC, GAU, GGC ಇತ್ಯಾದಿ. ಅಂತಹ ಒಂದು ತ್ರಿವಳಿ ಲಿಪಿಗೆ ಕೋಡಾನ್ (Codon) ಎಂದು ಹೆಸರು. ನಾಲ್ಕು ಲಿಪಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಈ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ೬೪ ಕೋಡಾನುಗಳು ಇರುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಒಂದೊಂದು ತ್ರಿವಳಿ ಲಿಪಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲದ ಸಂಕೇತ ಸೂತ್ರ.

ಕಳೆದ ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಮಿಲ್ಲರ್, ಒಚಾವ, ನಿರೆನ್‌ಬರ್ಗ್, ಪೊನ್ನಂಪೆರಮ, ಖೊರಾನಾ ಮೊದಲಾದವರು ಆನುವಂಶಿಕ ಲಿಪಿಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದೊಂದು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಕ್ಕೂ ಯಾವ ಯಾವ ತ್ರಿವಳಿಸೂತ್ರಗಳಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇವರ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಈ ಕೆಳಗಿನ ಅಂಶ ದೃಢಪಟ್ಟಿದೆ. ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ UUU ಎಂಬ ತ್ರಿವಳಿಲಿಪಿಗಳಿರುವ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ AAA ಎಂಬ ತ್ರಿವಳಿಲಿಪಿಯುಳ್ಳ ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ಫಿನೈಲ್ ಅಲನೀನ್ ಎಂಬ ಆಮ್ಲವನ್ನೇ ಹೊತ್ತು ತಂದು ಅದನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ CCC ಎಂಬ ಕೋಡಾನುಗಳಿರುವ ಕಡೆ GGG ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯು ಪ್ರೋಲೀನ್ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಪಾಲಿಪೆಪ್ಟೈಡು ಸರಪಳಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಒಂದೊಂದು ಕೋಡಾನಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ವಾಹಕ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯ ಸಂಗಾತಿಯು ಇರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಅವು ಒಂದೊಂದೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಕರೆತರುವ ಕಾರ್ಯಭಾರವನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುತ್ತವೆ.

ಒಂದೆರಡು ಕೋಡಾನುಗಳಿಗೆ—ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಮೆಥಿಯೋನೀನ್ ಮತ್ತು ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನ್—ಕೇವಲ ಒಂದೊಂದೇ ಕೋಡಾನು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿರುವಂತಿದೆ. ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನಿನ ಕೋಡಾನು ಕೇವಲ UGG. ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯ ಮೇಲೆ ಇಂತಹ ಸಂಕೇತಸೂತ್ರದ ಜೀನಿಲಿಪಿಗಳಿರುವ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಟ್ರಿಪ್ಟೊಫೇನ್ ಮಾತ್ರ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಹಲವು ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಿಗೆ ಒಂದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾದ ತ್ರಿವಳಿ ಜೀನಿಲಿಪಿಗಳಿರುವುವೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿವರಣೆ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಮೂಲ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವು ದ್ವಿಪ್ರತಿಗೊಳ್ಳುವಾಗ, ಅದರ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳ ಕ್ರಮಾನುಗತಿಯಲ್ಲಿ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಬದಲಾವಣೆಗಳುಂಟಾಗಬಹುದು. ಅಥವಾ ತನ್ನ ಸಂದೇಶ ಸೂತ್ರವನ್ನು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯಲ್ಲಿ ಮುದ್ರೆಯೊತ್ತುವಾಗಲೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳುಂಟಾಗಬಹುದು. ಅಂದರೆ ಒಂದು ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲವು ಲೋಪವಾಗಬಹುದು ಅಥವಾ ಒಂದರ ಬದಲು ಮತ್ತೊಂದು ಹೊಸದಾಗಿ ಬರಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, "ಕವನ" ಎಂಬ ಸಂಕೇತಸೂತ್ರವನ್ನು ಟೈಪುಮಾಡುವಾಗ ಕಕಾರಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಮತ್ತೊಂದು ಅಕ್ಷರವನ್ನು ಟೈಪು ಮಾಡಿದರೆ ಅವು ಅರ್ಥರಹಿತವಾಗಿರಬಹುದು ("ವವನ", "ಖವನ" ಇತ್ಯಾದಿ) ಅಥವಾ ಮತ್ತೊಂದು ಬಗೆಯ

ಅರ್ಥಸೂಚಕ ಪದವಾಗಬಹುದು (ಭವನ, ಪವನ, ದವನ ಇತ್ಯಾದಿ). ಹೀಗೆಯೇ ತ್ರಿವಳಿಯ ಎರಡನೆಯ ಹಾಗೂ ಮೂರನೆಯ ಲಿಪಿಗಳು ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದ ಬಹುದು. ಇಂತಹ ಬದಲಾವಣೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳಲ್ಲಿ ಸಂದೇಶ ಸೂತ್ರದ ಅರ್ಥವೇ ಬೇರೆಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ತತ್ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ವರೂಪವೇ ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುತ್ತದೆ; (ವಿವಿಧ ರೂಪದ ಹೀಮೋ ಗ್ಲೋಬಿನ್ : ೧೨೪೦ನೆಯ ಪುಟ ನೋಡಿ). ಅಥವಾ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವು ಲೋಪವಾಗುತ್ತದೆ.

ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದ ಜಾಕೋಬ್ ಮತ್ತು ಮೊನೋದ್ ಎಂಬುವರು ಜೀನಿಯ ಕ್ರಿಯಾ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನೇ ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಒಂದು ಸಂಯಂತ್ರವನ್ನು ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರು ಆ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಬಗೆಯ ಜೀನಿಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದ್ದಾರೆ: (೧) ಸಂರಚನ ಜೀನಿಗಳು, (Structural genes) (೨) ಪ್ರಚಾಲಕ ಜೀನಿಗಳು (Operons) ಮತ್ತು (೩) ನಿಯಂತ್ರಕ ಜೀನಿಗಳು (Regulator genes). ಸಂರಚನಜೀನಿಗಳು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿ ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಗಾಗಿ ಸಂದೇಶವನ್ನು ಕಳುಹಿಸತಕ್ಕವು. ಇವು ಗಳ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೇ ಉಪಸ್ಥಿತವಾಗಿರುವ ಜೀನಿಗಳು ದೂತ ಆರ್‌ಎನ್‌ಎಯ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತವೆ. ಇವು ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿ ಸುವ " ಸ್ವಿಚ್ " ನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ನಿಯಂತ್ರಕ ಜೀನಿಗಳು ಪ್ರಚಾಲಕ ಜೀನಿ ಗಳ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಪ್ರಚಾಲಕ ಜೀನಿಯ ಸ್ವಿಚ್ಚನ್ನು ಆರಿಸುತ್ತವೆ.

ಆನುವಂಶಿಕ ಘಟಕವಾದ ಜೀನಿಗೂ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಘಟಕವಾದ ಡಿಎನ್‌ಎ ಅಣುವಿಗೂ ಇರುವ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ ಮತ್ತು ಜೀನಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ರಚನೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಜರುಗಿವೆ. ಮೋರ್ಗನ್ ಮೊದಲಾದ ವಿಚಾರ ಸಮ್ಮತ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಜೀನಿಯು ಪುನರ್‌ಸಂಯೋಜನ ವಿಕೃತಿ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದ ಒಂದು ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಘಟಕ. ಆದರೆ ಇತ್ತೀಚಿನ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕವಾದ ಆ ಸಣ್ಣ ಘಟಕದಲ್ಲಿಯೇ ಪುನರ್‌ಸಂಯೋಜನೆಗಳು (Recombinations) ಉಂಟಾಗಿರುವ ನಿದರ್ಶನಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ತಳವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಪುನರ್ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಳ್ಳುವ, ವಿಕೃತಿಗೊಳ್ಳುವ ಹಾಗೂ ಕ್ರಿಯಾತ್ಮಕ ಸ್ವರೂಪದ ಘಟಕಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿವೆಯೇ ಹೊರತು, ಒಂದೇ ಅಲ್ಲವೆಂಬುದು ದೃಢ ಪಟ್ಟಿದೆ. ಇದರಂತೆ ರೇಕಾನ್ (Recon), ಮ್ಯೂಟಾನ್ (muton) ಮತ್ತು ಸಿಸ್ಟ್ರಾನ್ (cistran) ಎಂಬ ಮೂರು ಬಗೆಯ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಬಹುದು. ರೇಕಾನ್ ಎಂಬುದು ಕೇವಲ ಒಂದು ಅಥವಾ ಎರಡು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡು

ಜೋಡಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಒಂದು ಘಟಕ. ನ್ಯೂಟಾನು ಒಂದು ಜೋಡಿ ಪ್ರತ್ಯಾಮ್ಲಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಡಿಎನ್ಎ ಅಣುವಿನ ಒಂದು ಭಾಗ. ಆದರೆ ರೇಕಾನ್ ಎನ್ನುವುದು ನೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ನ್ಯೂಕ್ಲೆಯೋಟೈಡು ಜೋಡಿಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಒಂದು ಘಟಕ.

ಅಂತೂ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ನಾಗಾಲೋಟದ ಮುನ್ನಡೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಆನುವಂಶಿಕ ತತ್ವಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಮಾನವ ಕಲ್ಯಾಣಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವಾರು ವೈದ್ಯಕೀಯ, ವ್ಯಾವಸಾಯಿಕ ಮತ್ತು ಸಾಮಾಜಿಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ. ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಜೀನಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ರಹಸ್ಯಮಯ ಗರ್ಭವನ್ನು ಭೇದಿಸಿ, ಅದರ ಗುಪ್ತ ಗಾಮಿನಿಯಂತಿರುವ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾನೆ. ಜೀವಸೃಷ್ಟಿಯ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ಕರಗತ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಸೃಷ್ಟಿ ಬ್ರಹ್ಮನಾಗುವ ಜಾಡನ್ನು ಮೆಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಇಂದಿನ ತಳಿವಿಜ್ಞಾನದ ಸಿದ್ಧಿ ಸಾಧನೆಯ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಅಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ಕಳೆದ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳಿಂದೀಚೆಗೆ ಅಂಗಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾಗಿಟ್ಟಿರುವ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕಗಳ ವಿತರಣೆಯನ್ನು ನೋಡಿದರೇ ಸಾಕು. ಹನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಐದು ಬಾರಿ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಪಾರಿತೋಷಕಗಳು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ದೊರೆತಿವೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಹದಿನಾಲ್ಕು ಜನರು ಪಾಲುಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

1958	ಡಾ॥ ಜಾರ್ಜ್ ವೇಲ್ಸ್ ಬೀಡಲ್	(1903–)	ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ತಳಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿ
	ಡಾ॥ ಎಡ್ವರ್ಡ್ ಲಾರಿ ಟೀಟಮ್	(1909–)	
	ಡಾ॥ ಜೋಷುವ ಲೆಡರ್‌ಬರ್ಗ್	(1925–)	ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಲೈಂಗಿಕತೆ ಮತ್ತು ತಳಿವಿಜ್ಞಾನ
1959	ಡಾ॥ ಆರ್ಥರ್ ಕೊರೆನ್‌ಬರ್ಗ್	(1918–)	ಡಿಎನ್ಎ ಮತ್ತು ಆರ್‌ಎನ್ಎಗಳ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಾಧನೆ ಮತ್ತು ಸಿದ್ಧಿ
	ಡಾ॥ ಸೆವೆರೊ ಒಚಾವ	(1905–)	
1962	ಡಾ॥ ಜೇಮ್ಸ್ D. ವಾಟ್ಸನ್	(1928–)	ಡಿಎನ್ಎ ಅಣು ರಚನೆಯ ವಿವರಣೆ
	ಡಾ॥ ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ H. C. ಕ್ರಿಕ್	(1961–)	
	ಡಾ॥ ಮಾರಿಸ್ H. F. ವಿಲ್ಕಿನ್ಸ್	(1916–)	
1965	ಡಾ॥ ಆಂದ್ರೆ ಲ್ವೋಫ್	(1912–)	ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಲೈಂಗಿಕತೆ ಮತ್ತು ಜೀನಿಕಾರ್ಯದ ಅಧ್ಯಯನ
	ಡಾ॥ ಫ್ರಾನ್ಸ್ವ ಜಾಕೋಬ್	(1920–)	
	ಡಾ॥ ಜಾಕ್ವೆ ಮೊನೋದ್	(1910–)	
1968	ಡಾ॥ ಹರಗೋಬಿಂದ್ ಖೊರಾನಾ	(1922–)	ಸಸಾರಜನಕ ವಸ್ತುವಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯಲ್ಲಿ ಜೀನಿಲಿಪಿಗಳ ಗೂಢಾರ್ಥದ ಅಧ್ಯಯನ
	ಡಾ॥ ಮಾರ್ಷಲ್ W. ನಿರೆನ್‌ಬರ್ಗ್	(1927–)	
	ಡಾ॥ ರಾಬರ್ಟ್ W. ಹೋಲೆ	(1922–)	

ಸಹಾಯಕ ಗ್ರಂಥಗಳು

Beadle, G., and M. Beadle., (1966) *The Language of Life*

Braun, W., (1966) *Bacterial Genetics 2nd Ed.*

Harris, H., (1959) *Human Biochemical Genetics.*

Hayes, W., (1963) *Geneties of Bacteria and Viruses.*

Hayes, W., and R. C. Clowers. (Ed), (1960) *Microbial Genetics.*

Jacob, F. and E. L. Wollman., (1961) *Sexuality and Genetics in Bacteria,*

Johnson, W. H., and W. C. Steere., (1962) *This is Life.*

Jukes, T. H., (1963) "*The Genetic Code*" *Am. Sc.* **251** : 227-245.

Lwoff, A., (1962) *Biological Orders,*

Mc Elroy, W. D., and B. Glass. (Ed), (1956) *The Chemical Basis of Heredity.*

Peacock, A. R., and R. B., Drysdale (1965) *The Molecular Basis of Heredity.*

Sager, R., and F. J. Ryan., (1961) *Cell Heredity.*

Simpson, G. G., (1965) *Life. 2nd Ed.*

Stern, C., (1964) *Principles of Human Genetics*

Sutton, H. E., (1962) *Genes, Heredity and Inherited Diseases.*

Wagner, R. P. and H. K. Mitchel., (1955) *Genetics and Metabolism.*

ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಜೀವಂತವಾಗಿ ಉಳಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾಗುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಜೀವಿಗೂ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಜೀವಿಗಳು ಉಳಿಯಲಾರದೆ ಗತಿಸಿಹೋಗುತ್ತವೆ. ಚಲ್ಲಾಪಿಲ್ಲಿ ಚದರಿಹೋಗುವ ಸಾವಿರಾರು ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಒಂದು ಬೀಜವೊಳೆತು ಸಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿದಾಗ ಇದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಕೈವಾಡವಿರಬಹುದೆಂದು ನಮಗನಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಮೊಲವನ್ನು ಹೊಡೆಯಬೇಕೆಂದಿರುವ ಮನುಷ್ಯ ವಿಶಾಲವಾದ ಬಯಲಿನಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಸಾವಿರಾರು ಬಂದೂಕಗಳನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಿರುವ ಎಲ್ಲ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೂ ಹಾರಿಸಿದರೆ, ಬೀಗ ಹಾಕಿರುವ ಒಂದು ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ಪ್ರವೇಶಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಯಾವಯಾವುದೋ ಒಂದು ಸಾವಿರ ಬೀಗದಕ್ಕೈಗಳನ್ನು ತಂದು ಒಂದೊಂದನ್ನೂ ಬೀಗದೊಳಕ್ಕೆ ಹಾಕಿ ತಿರುಗಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ, ವಾಸಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮನೆ ಬೇಕೆನಿಸಿದಾಗ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ನಗರವನ್ನೇ ನಿರ್ಮಿಸಿ ಒಂದನ್ನು ಹೊರತು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಮನೆಗಳನ್ನೂ ಪಾಳುಬೀಳಲು ಕೈಬಿಟ್ಟರೆ—ಖಂಡಿತ ಅದನ್ನು ಉದ್ದೇಶಪೂರ್ವಕವೆಂದು ಯಾರೂ ಕರೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೂ ಸಾಲದುದಕ್ಕೆ ಈ ವರ್ತನೆಯ ಹಿಂದೆ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿ ಅಡಗಿದೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಅಗೋಚರ ಕಾರಣಗಳಿವೆ, ಶ್ರೇಷ್ಠವಾದ ವಿವೇಕದೃಷ್ಟಿಯೊಂದು ಇದನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಡೆಸುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಯಾರೂ ಹೇಳಲಾರರು.

—ಜೆ. ಡಬ್ಲ್ಯು. ಎನ್. ಸಲ್ಲಿವಾನ್

ಡಾ॥ ಟಿ. ಎನ್. ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್
ಬಿ. ಎ. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣರಾವ್

ಮಾನವಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕಾಗಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು

ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾದರೂ ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಗಮನಕೊಡುವುದು ಮಾತ್ರ ಕಮ್ಮಿ. ಹಾಲು ಕಾಯಿಸಿ, ಆರಿಸಿ, ಹೆಪ್ಪು ಹಾಕಿದರೆ ಮೊಸರಾಗುವ ವಿಷಯ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ದೋಸೆ ಅಥವಾ ಇಡ್ಲಿ ತಯಾರಿಸುವ ಹಿಟ್ಟು ಉಕ್ಕಿರುವುದು, ತೆಂಗಿನಕಾಯಿ ಹೋಳಿನ ಮೇಲೆ ಬೂಷ್ಟ ಕಟ್ಟುವುದು ಎಲ್ಲರ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯಗಳೆಲ್ಲ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರ ವಾಗದ, ಆದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ಎಂದರೆ ಅನೇಕರಿಗೆ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಗಬಹುದು.

ಅಗೋಚರವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಜೀವಿಗಳು ಮಾನವನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಹಾಸು ಹೊಕ್ಕಾಗಿವೆ. ವಾಸಿಸುವ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ, ಉಸಿರಾಡುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ತಿನ್ನುವ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ, ನಮ್ಮ ಕರುಳಿನಲ್ಲಿ, ಹಲ್ಲುಗಳ ಮಧ್ಯೆ, ಗಂಟಲಿನಲ್ಲಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿ, ಕೊಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ, ಅಷ್ಟೇಕೆ, ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಜೀವಿಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಉಪಯೋಗಗಳಿವೆಯೋ ಅಷ್ಟೇ ತೊಂದರೆಗಳೂ ಇವೆ. ಭಯಾನಕ ರೋಗಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕೆಲಸವೂ ಈ ಜೀವಿಗಳದ್ದೇ! ಅನೇಕ ರೋಗಗಳ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಮದ್ದೂ ಈ ಜೀವಿಗಳೇ !! ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ, ಜಾಗ್ರತೆಯಾಗಿ ಕಾರ್ಯಗತ ಮಾಡುವ ಕೆಲಸವೂ ಈ ಜೀವಿಗಳಿಗೇ ಸೇರಿದ್ದು. ಅನುದಿನದ ಜೀವನ ದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಉಪಯುಕ್ತ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯೂ ಈ ಜೀವಿಗಳದ್ದೇ.

ಇಂತಹ ಜೀವಿಗಳ ಸ್ವರೂಪ, ಗಾತ್ರ, ಆಹಾರ, ಜೀವಿಸಲು ಬೇಕಾಗುವ ವಾತಾವರಣ, ಈ ಜೀವಿಗಳ ಉಪಯೋಗ ಇವುಗಳ ಪರಿಚಯ ಪಡೆಯುವ ಮೊದಲು ಈ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪರಿಚಯ ಪಡೆಯೋಣ.

ಅನೇಕ ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ಹಳೆಯ ನಂಬುಗೆಯೊಂದಿತ್ತು. ಕೊಳಕಿನಿಂದ,

ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ ಸಸ್ಯಗಳೂ ಕೊಳೆಯುವುದರಿಂದ, ನಾರುವುದರಿಂದ, ಜೀವಿಗಳು, ಹುಳು ಹುಪ್ಪಟೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ ಸಹ ತಾವಾಗಿಯೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆಂಬ ಸ್ವಯಂಜನನ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬೆಂಬಲ ಇತ್ತು. ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಬೆಂಬಲ ನೀಡಿದ್ದರು. ಹದಿಮೂರನೆ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ರೋಗರ್ ಬೇಕನ್ (Roger Bacon) ಎಂಬಾತ ಅಗೋಚರ ಜೀವಿಗಳಿಂದ ಕಾಹಿಲೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಊಹಿಸಿದ್ದ. ಹದಿನೇಳನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಆಂಥೋನಿ ಫಾನ್ ಲೀವನ್‌ಹೋಕ್ (Anthony Van Leeuwenhoek) ಎಂಬ ಡಚ್ ವ್ಯಾಪಾರಿಯೊಬ್ಬ ಮಾನವನ ಎಣಿಕೆಗೆ ಸಿಗದಿದ್ದ ಹೊಸ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಮೊದಲ ಬಾರಿಗೆ ನಮ್ಮನ್ನು ಕರೆದೊಯ್ದ. ಆತನ ಸಾಧನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ. ಸ್ಪಷ್ಟವಾದ ಹಾಗೂ 'ಲೆನ್ಸಿನ' ವರ್ಧಕ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳ ಅಸ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಿದ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮ ಸ್ವಯಂಜನನ (spontaneous generation) ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪತನ. ಈ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಖಂಡಿಸಿದ ಇತರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರೆಡಿ (Redi), ಸ್ಪಲಂಝನಿ (Spallanzani), ಶೀಲೆ (Scheele), ಶ್ವಾನ್ (Schwann) ಮುಂತಾದವರು. ಇವರುಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದ ಅಂಶಗಳೆಂದರೆ, (೧) ಜೀವಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಲ್ಲದಂತೆ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಯಾವ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಂದಲೂ ಜೀವದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಅಸಾಧ್ಯ. (೨) ಇಂತಹ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಗಾಳಿಗೆ ತೆರೆದಿಟ್ಟರೆ ಜೀವಂತ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಸಂಪರ್ಕವಾಗಿ ಜೀವ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಗಮನಾರ್ಹ ಅಂಶಗಳು ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಲೂಯಿ ಪಾಶ್ಚರನ (Louis Pasteur) ಅದ್ಭುತ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊನೆಗೊಂಡುವು. ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಎಂಬ ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ (lactic acid) ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಪಾಶ್ಚರನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದೃಷ್ಟಿ ಹಣ್ಣಿನರಸ ಹುದುಗುವಾಗ ಬೇಕಾಗುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳತ್ತ ಹೊರಳಿತು. ಯೀಸ್ಟ್ (yeast) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಯಿದ್ದರೆ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಜೀವಿಗಳಲ್ಲದೆ ಕೆಲವು ರೀತಿಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ (bacteria) ಗಳಿದ್ದಾಗ ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಈ ಅದ್ಭುತ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಸ್ವಯಂಜನನ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಭಾರಿ ಪೆಟ್ಟು ಬಿದ್ದಿತು. ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ೬೩°C ಉಷ್ಣಾಂಶಕ್ಕೆ ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಹಣ್ಣಿನ ನೈಜ ಕಂಪಿಗೆ ಧಕ್ಕೆ ಬರದೆ, ರಸದಲ್ಲಿರುವ ಬೇಡದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಪಾಶ್ಚರೈಸೇಶ್ (pasteurisation) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ವಿಧಾನವು ಹಾಲು ಕೆಡದಂತೆ ಇರಲು ಇಂದಿಗೂ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಪಾಶ್ಚರನ ಸಂಶೋಧನೆಯು ರೇಷ್ಮೆ ಹುಳುಗಳ ಕಾಹಿಲೆಯ ಬಗ್ಗೆ, ಜಾನುವಾರುಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬಂದ 'ಆನ್‌ಥ್ರಾಕ್ಸ್' (anthrax) ಕಾಹಿಲೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆಲ್ಲಿತು.

ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳೇ ಈ ಕಾಹಿಲೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣ ಎಂಬ ಅಂಶ ವ್ಯಕ್ತ ಪಟ್ಟ ಮೇಲೆ ಕಾಹಿಲೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದರ ಬಗ್ಗೆ ಪಾಶ್ಚರನು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ. ಇದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ವೈದ್ಯ ರಾಬರ್ಟ್ ಕೋಕ್ (Robert Koch) ಆನ್‌ಥ್ರಾಕ್ಸ್ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುತ್ತ, ಈ ಕಾಹಿಲೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತನಾಗಿದ್ದ. ಇವರೀರ್ವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮೈಲಿಗಲ್ಲು. ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ಹಾಗೂ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಉಪಯೋಗ ಕಂಡುಬಂದಿತು.

ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕ ವನ್ನು ಇತರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಸೇರಿಸುವ ಹಾಗೂ ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಆಹಾರವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿನೋಗ್ರಾಡ್ಸ್ಕಿ (Winogradsky) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ೧೮೮೦ರಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದ. ಮಣ್ಣಿನ ಸಾರದ ಬೆಳ ವಣಿಗೆಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಸಹಕಾರಿ ಎಂಬ ಅಂಶವನ್ನು ಬೈಜರ್‌ಇಂಕ್ (Beijerinck) ಎಂಬಾತ ೧೯೦೧ರಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದ.

ಹುದುಗುವ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ಶುದ್ಧ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಯನ್ನು ೧೮ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಎಮಿಲ್ ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ಹ್ಯಾನ್‌ಸನ್ (Emil Christian Hansen) ಎಂಬಾತ ಹೇಳಿದ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಗಿಣ್ಣಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಬೆಣ್ಣೆಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಉಪಯೋಗ ವನ್ನು ಅಡಮೆಟ್ಸ್ (Adametz) ಎಂಬ ಆಸ್ಟ್ರಿಯಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹಾಗೂ ಜರ್ಮನಿಯ ವೈಗ್‌ಮನ್ (Weigmann) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಗೊಳಿಸಿದರು. ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ವೇಳೆಗೆ ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆತಿದ್ದು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬಹು ಸಹಕಾರಿ ಯಾಗಿದೆ.

ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುವಾಗಿ, ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ, ಔಷಧ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಆಧುನಿಕ ಯುಗದ ಅಮೂಲ್ಯ ವಸ್ತುವನ್ನಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಪ್ರಾಣಿಗಳೂ, ಸಸ್ಯಗಳೂ ಸಹಸ್ರಾರು ಕಣಗಳಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ವಿಕಾಸ ವಾದದ ರೀತ್ಯ ಅತ್ಯಂತ ಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಏಕಕಣಜೀವಿ 'ಪ್ರೋಟೋಝೋಅ' (Protozoa) ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಸ್ಯಗಳ ವರ್ಗೀ ಕರಣದಲ್ಲಿ 'ಥಾಲೋಫೈಟಾ' (Thallophyta) ಎಂಬುದೂ ಒಂದು. ಇವರಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧ. ಆಲ್ಗ, ಲಿಚಿನ್ಸ್ ಮತ್ತು ಫಂಜೈ (algae, lichens, fungi).

' ಥಾಲೋಫೈಟಾ ' ಗುಂಪಿನ ಗಿಡಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಿಡಗಳಿಗಿರುವಂತೆ ಕಾಂಡ, ಬೇರು ಹಾಗೂ ಎಲೆಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಫಂಜೈಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಧ.

ಸಸ್ಯಗಳು

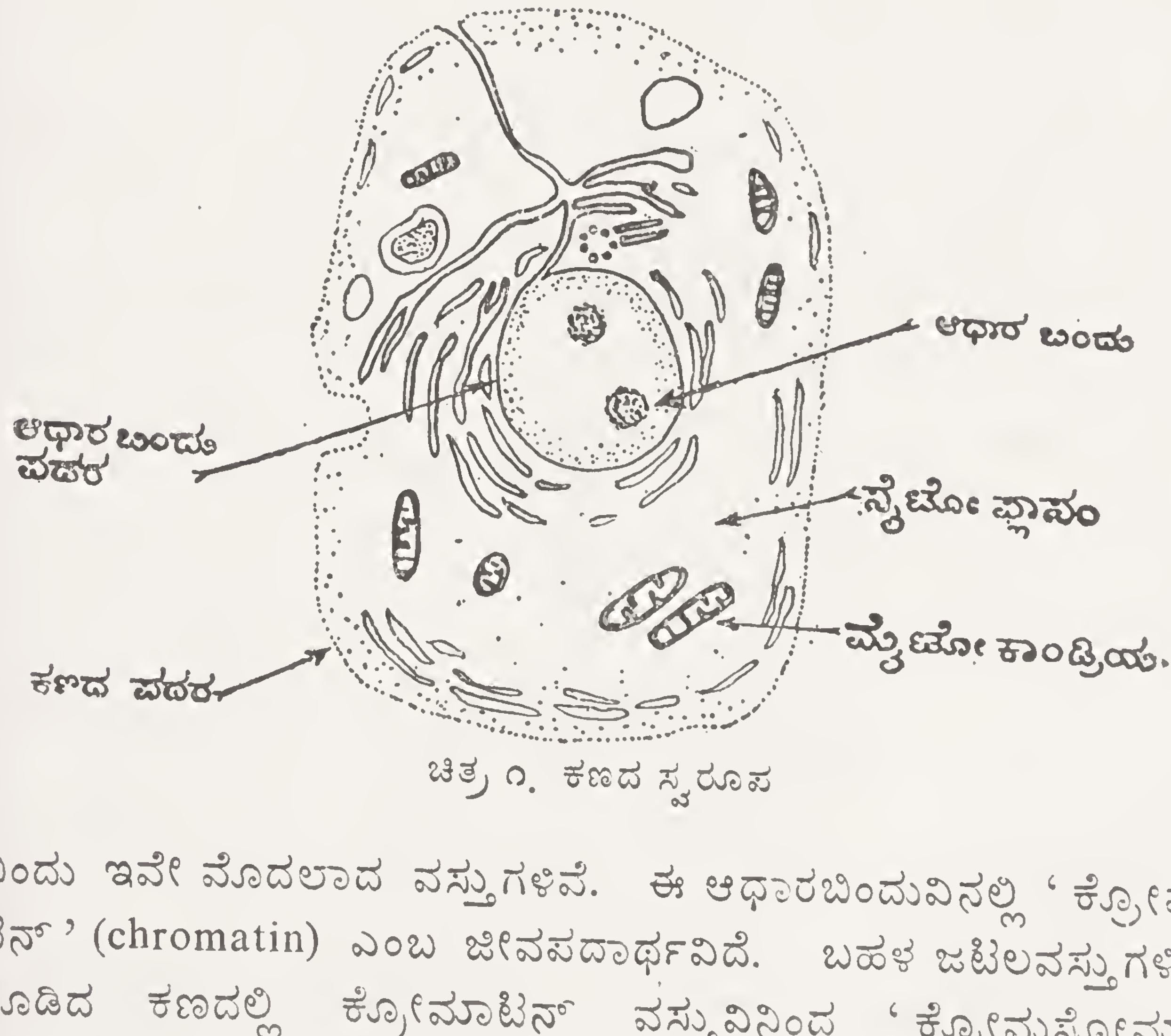
- ೧
- ೨
- ೩
- ೪ ಥಾಲೋಫೈಟಾ (Thallophyta)
    - ೧
    - ೨
    - ೩ ಫ್ರಂಜೈ (Fungi)
        - ೧
        - ೨ ಸ್ಕೈಝೊಮೈಸಿಟೀಸ್ (Schizomycetes) (ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ)
        - ೩ ನೈಜ ಫಂಜೈ (True Fungi) ಯೂಮೈಸಿಟಿಸ್ (Eumycetes)

ಸಸ್ಯವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಹಾಗೂ ನೈಜಫಂಜೈಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಜೀವಾಣುಗಳಿವೆ. ಈ ಜೀವಿಗಳ ರೂಪ, ಗಾತ್ರ ಹಾಗೂ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನತೆ ಯಿದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವರ್ಗದಲ್ಲೂ ಸಹಸ್ರಾರು ಒಳಪಂಗಡಗಳಿವೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಏಕಕಣಜೀವಿ. ಫಂಜೈಗಳಲ್ಲಿ ಏಕಕಣ ಹಾಗೂ ಬಹುಕಣ ಜೀವಿಗಳಿವೆ.

ಹಾಲನ್ನು ಮೊಸರು ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ನಡೆಸಿದರೆ, ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಮದ್ಯವನ್ನಾಗಿಸುವುದು ನೈಜ ಫಂಜೈಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಯೀಸ್ಟ್. ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ನೋಡಲು ಸರಳವಾಗಿ ಕಂಡರೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಹಾಗೂ ಭೌತಿಕವಾಗಿ ಬಹಳ ಕ್ಲಿಷ್ಟರಚನೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದವುಗಳು.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿಯುವ ಮುನ್ನ ಕಣದ ಸ್ವರೂಪದ ಪರಿಚಯ ಪಡೆಯುವುದು ಸೂಕ್ತ. ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ (protoplasm) ಎಂಬುದು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಬಣ್ಣವಿಲ್ಲದ ಜಿಗುಟಾದ ದ್ರವ್ಯ; ಜೆಲ್ಲಿ (jelly) ಮಾದರಿಯ ಪಾರದರ್ಶಕ ದ್ರವ್ಯ. ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆಯನ್ನು ಒಡೆದರೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಬೆಳ್ಳಗಿನ ದ್ರವವನ್ನು ಹೋಲುತ್ತದೆ. ' ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ ' ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಜೈವ ಹಾಗೂ ಅಜೈವ (organic and inorganic) ವಸ್ತುಗಳನೇಕವಿವೆ. ನೀರಿನ ಅಂಶ, ಲವಣ, ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥವಾದ ಪ್ರೋಟೀನ್, ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು ಅಥವಾ ಎನ್‌ಜೈಮ್ (enzymes)ಗಳು, ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥ, ಕೊಬ್ಬು, ಇವುಗಳಿವೆ. ಈ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಜರುಗುವುವಲ್ಲದೆ, ಜೀವನಾಟಕವೇ ಇಲ್ಲಿ

ನಡೆಯುತ್ತದೆಂದರೆ ಉತ್ಪ್ರೇಕ್ಷೆಯಲ್ಲ. ಸುತ್ತಲ ವಾತಾವರಣದಿಂದ ವಸ್ತುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಇತರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ ಈ ದ್ರವ. ವಸ್ತು ಹಾಗೂ ಶಕ್ತಿ ಇವುಗಳ ಪರಿವರ್ತನೆಯು ನಡೆಯುವುದೂ ಇಲ್ಲೇ. ಒಂದು ಪ್ರಾಣಿಯ ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ ಮತ್ತೊಂದರಕ್ಕಿಂತ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ ಇಂತಹ ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ ದ್ರವದ ವಿಶೇಷ ರೂಪವೇ ಕಣಗಳು. ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಇಂತಹ ಕಣಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿ ಗಳು ಜೀವಂತವಾಗಿರಲು ಈ ದ್ರವ ಸಹಕಾರಿ. ಅನೇಕಬಾರಿ ಹಿರಿದು ಮಾಡಿ ಒಂದು ಕಣವನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಕಣದ ಸುತ್ತ ಪ್ರಾಕಾರವೊಂದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಣದ ಪ್ರಾಕಾರ (cell wall) ಎನ್ನಬಹುದು; ಇದರ ಒಳಗಡೆ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರಾಕಾರ ವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ 'ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್' ಪದರ (cytoplasmic membrane) ಅಥವಾ ಕಣದ ಪದರ (cell membrane) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕಣದ ಒಳಗೆ 'ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸಂ' (cytoplasm) ಎಂಬ ದ್ರವವಿದೆ. ಈ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಮೈಟೋ ಕಾಂಡ್ರಿಯ (mitochondria); ವ್ಯಾಕ್ಯುಲ್ಸ್ (vacuoles) (ಇದರ ಒಳಗೆ ಒಂದು ಬಗೆಯ ದ್ರವವಿರುತ್ತದೆ); ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಸ್ (nucleus) ಅಥವಾ ಆಧಾರ



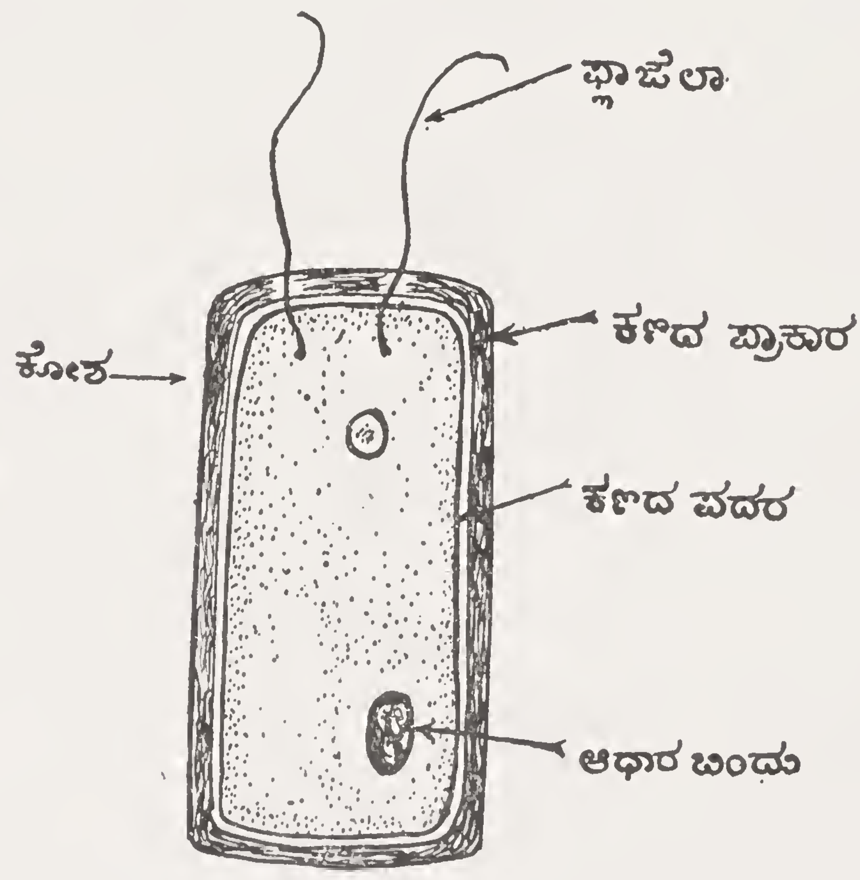
ಚಿತ್ರ ೧. ಕಣದ ಸ್ವರೂಪ

ಬಿಂದು ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಈ ಆಧಾರಬಿಂದುವಿನಲ್ಲಿ 'ಕ್ರೋಮಾ ಟಿನ್' (chromatin) ಎಂಬ ಜೀವಪದಾರ್ಥವಿದೆ. ಬಹಳ ಜಟಿಲವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕಣದಲ್ಲಿ ಕ್ರೋಮಾಟಿನ್ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ 'ಕ್ರೋಮಸೋಮ್ಸ್' (chromosomes) ಅಥವಾ 'ವರ್ಣರೇಖೆ' ಎಂಬ ಜೀವತಂತುವು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಣವು ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದಿದಾಗ ಸಮವಾಗಿ ಒಡೆದು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಈ ಜೀವಪದಾರ್ಥವು ಹಂಚಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆಧಾರಬಿಂದುವು ಕಣದ ಅತಿಮುಖ್ಯ ಅಂಗ. 'ವಂಶಾಂಶ' (genes) ಎಂಬ ವಂಶಪರಂಪರೆಯ ಸೂಚಿಯು ಇರುವುದು ಇಲ್ಲೇ. ಕಣದ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆ ಹಾಗೂ ಸಂತಾನ ಅಧಿಕವಾಗಲು ಅತ್ಯಂತ ಸಹಕಾರಿ ಈ ಜೀವಬಿಂದು. (ಚಿತ್ರ. ೧)

ಪ್ರಾಣಿಗಳಂತೆ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಗಳಂತೆ ಈ ಕಣಗಳಿಗೂ ಜನನ ಮರಣಗಳುಂಟು. ಜೀವಕಣಗಳು ಮೂರು ಮುಖ್ಯಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಸುತ್ತಲ ವಾತಾವರಣದಿಂದ ಆಹಾರ ದೊರಕಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು; ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ತಾನು ನಾಶವಾಗದಂತೆ ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು; ಮೂರನೆಯದಾಗಿ ಕಣಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುವುದು. ಅಂದರೆ ವಂಶವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸಿದಂತೆ. ಇಂದು ಜೀವಂತ ಕಣಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರಬೇಕಾದರೆ ಈ ಕಣಗಳ ಪೂರ್ವಜರು ಈ ಮೂರು ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಸಾಧಿಸಿದ್ದರಿಂದಲೇ !!

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ : ಕಣದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿದಮೇಲೆ ಏಕಕಣಜೀವಿಯಾದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಸ್ವರೂಪ ತಿಳಿಯಬಹುದು. (ಚಿತ್ರ ೨). ಈ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯನ್ನು



ಚಿತ್ರ ೨. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ

ಅವುಗಳ ರೂಪದಂತೆ ಐದು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ೧. ಗೋಳಾಕಾರ ಅಥವಾ ಅಂಡಾಕಾರ, ಇದಕ್ಕೆ ಕಾಕಸ್ (coccus) ಎಂದು ಹೆಸರು. ೨. ಕಡ್ಡಿಯಾ

ಕಾರ, ಇದಕ್ಕೆ 'ಬ್ಯಾಸಿಲಸ್' (bacillus) ಎಂದು ಹೆಸರು. ೩. ಸುರುಳಿಯಾಕಾರ, ಇದಕ್ಕೆ 'ಸ್ಪೈರಲಮ್' (spirillum) ಎಂದು ಹೆಸರು. ೪. 'ಕಾಮಾ' ಮಾದರಿ, ಇದಕ್ಕೆ 'ವೈಬ್ರಿಯೋ' (vibrio) ಎಂದು ಹೆಸರು. ೫. ನೂಲಿನೆಳೆಯಂತೆ ಇರುವುದಕ್ಕೆ 'ಫಿಲಮೆಂಟಸ್' (filamentous) ಎಂದು ಹೆಸರು. (ಚಿತ್ರ ೩)



ಚಿತ್ರ ೩. ವಿವಿಧ ರೂಪದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು

ವಿವಿಧಾಕೃತಿಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಒಂದು ಮಾನವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ 'ಮೈಕ್ರಾನ್' (micron) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಮಿಲಿ ಮೀಟರ್‌ಗೆ ಸಮ. ಇದನ್ನು μ ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತಾರೆ; 'ಮ್ಯು' ಎಂದು ಉಚ್ಚರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವನ್ನು ನೋಡಬೇಕಾದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದಿಂದ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ೨೫,೪೦೦ ಕಾಕೈಗಳನ್ನು ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಒಂದರಂತೆ ಜೋಡಿಸಿದರೆ ೧ ಅಂಗುಲ ಉದ್ದವಾಗುತ್ತದೆ!

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ವೃದ್ಧಿಯಾಗುವ ರೀತಿಗೆ ದ್ವಯವಿದಳನ (binary fission) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸ್ಮಿಕ್ ಪದರವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಣದ ಕೇಂದ್ರದತ್ತ ಬೆಳೆದು ಕಣವನ್ನು ಇಬ್ಭಾಗಮಾಡುತ್ತದೆ. ಎರಡು ಭಾಗಗಳೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೇ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿಕೊಂಡಿರಬಹುದು. ಜೀವಕಣ ವಿಭಾಗ (mitosis) ಎಂಬ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಹ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಣಗಳು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ 'ಕ್ರೋಮಸೋಮ್ಸ್' ಎಂಬ ಜೀವ ತಂತುಗಳನ್ನು ಸಮವಾಗಿ ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ನಿರ್ಜೀವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಜೀವಕ್ಕನುಗುಣವಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಅಸಾಧಾರಣ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಅತಿ ಬೇಗ

ವೃದ್ಧಿಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಕೇವಲ ಇಪ್ಪತ್ತು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಣವು ಎರಡಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಎರಡು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಇನ್ನು ಇಪ್ಪತ್ತು ನಿಮಿಷಗಳಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾಗುತ್ತವೆ; ನಾಲ್ಕು ಎಂಟಾಗುತ್ತವೆ; ಎಂಟು ಹದಿನಾರಾಗುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ಗಂಟೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಣವು ಲಕ್ಷಾಂತರ ಕಣಗಳನ್ನು ವೃದ್ಧಿಸಿರಬೇಕು. ಇದು ಲೆಕ್ಕಾಚಾರದಂತೆ ಸರಿ. ಆದರೆ ಈರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಅನುಕೂಲವಾದ ವಾತಾವರಣವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಆಹಾರ ವಸ್ತು ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು; ಅವುಗಳೇ ವಿಸರ್ಜಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳು ಶೇಖರವಾಗಿ ವಿಷವಾಗಬಹುದು; ಸರಿಯಾದ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿಲ್ಲದೆ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗದೆ ನಾಶವಾಗಬಹುದು.

ಅತ್ಯಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದ್ಭುತವಾಗಿ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುವುದರಿಂದಲೇ ಮಾನವನಿಗೂ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಸಂಪರ್ಕ ಕಂಡುಬಂದಿರುವುದು. ಹಾಲು ಹಾಲಾಗಿರದೆ ಮೊಸರಾಗಬೇಕಾದರೆ ಉಪಯುಕ್ತ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವನ್ನು, ಕೆಲವನ್ನೇ ಆದರೂ ಸಾಕು, ಮೊಸರಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ 'ಹೆಪ್ಪು' ಹಾಕಬೇಕು.

ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಶೀತಾಗಾರದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ವೃದ್ಧಿಯಾದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲವು; ಸೂಕ್ತ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿದ್ದರೆ ವೃದ್ಧಿಯಾಗಬಲ್ಲವು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಾಹಿಲೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದ ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನು (೩೭°) ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣಾಂಶಗಳನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಅಂತರ್ಬೀಜಕಣವನ್ನು (internal endospores) ಬೆಳಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸೂಕ್ತ ಉಷ್ಣಾಂಶವಿಲ್ಲದಿದ್ದಾಗ, ಆಹಾರ ಸಾಲದಾದಾಗ, ವಿಸರ್ಜಿತ ವಸ್ತು ಶೇಖರವಾಗಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಜೀವಿಸಲು ಕಷ್ಟವಾದರೆ ಅಂತರ್‌ಬೀಜಕಣವುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಕಣದ ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ ದ್ರವವು ಸಂಕುಚಿತವಾಗಿ, ಸಣ್ಣದಾದ ಅಂಡಾಕಾರದ ರೂಪ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಇದರ ಸುತ್ತಲೂ ಅಭೇದ್ಯವಾದ ಪೊರೆಯುಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೀಜಕಣದ ಪದರ (spore wall) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಸೂಕ್ತವಾದ ವಾತಾವರಣ ಉಂಟಾದಾಗ ಬಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಕಣವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು ಪುನಃ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ 'ಮೊಳೆಯುವುದು' ಅಥವ 'ಪುನರುತ್ಪಾದನೆ' (germination) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬೀಜಕಣವುಂಟಾದಾಗ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲವು. ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಕ್ರಿಯೆಯೂ ಸಹ ಅವುಗಳ ಮೇಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಒಣಗಿಸಿದರೂ ನಾಶವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ೭೦°C ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿದ್ದರೆ ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ; ಆದರೆ ಬೀಜಕಣವುಂಟಾದಾಗ ೧೦೦°C ಇರುವ ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಗಂಟೆಗಳ ಕಾಲವಿಟ್ಟರೂ ನಾಶವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಣಗಿದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೀಜಕಣಗಳನ್ನು

ನಲವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಟ್ಟಿದ್ದರೂ ಏನೂ ಆಗದೆ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ನಾವು ಬೇಯಿಸಿ ಸೇವಿಸುವ ತರಕಾರಿಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಬೀಜಕಣ ಹೊಂದಬಲ್ಲ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿದ್ದರೆ ಆಹಾರವು ಕೆಲವು ಕಾಲದನಂತರ ಕೆಡುತ್ತದೆ; ಇಲ್ಲವೇ ಸೇವಿಸುವವರಿಗೆ ವಿಷಪ್ರಾಯವಾಗಬಲ್ಲದು.

ಮಾನವನ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ, ಚಲನವಲನಕ್ಕೆ ಆಹಾರ ಅಗತ್ಯ. ಈ ಆಹಾರವು ಸಸ್ಯರೂಪ ಇಲ್ಲವೇ ಪ್ರಾಣಿಯಾಗಿರಬಹುದು. ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೂ ಸಹ ಆಹಾರದ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಗೊಬ್ಬರದಲ್ಲಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳೇ ಈ ಆಹಾರ. ಅಂತೆಯೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಗೂ ಆಹಾರ ಅಗತ್ಯ. ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲದಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಾರಜನಕ, ಆಮ್ಲಜನಕ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿ ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗಿವೆ. ಎಲ್ಲ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗೂ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಜನಕದ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲ. ಕೆಲವಕ್ಕಂತೂ ಅದು ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ನಿರ್ಜೀವ ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಂಗಾಲ, ಸಾರಜನಕ ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳೂ ಇವೆ. ಎಲ್ಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟಗುಣಗಳಿವೆ. ಅತಿ ಶೀಘ್ರ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಹವ, ಋತು ಇವುಗಳ ಪ್ರಭಾವವಿಲ್ಲದೆ ಬೆಳೆಯುವುದು; ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಾದ್ದರಿಂದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೇಲ್ಮೈ ಅವಶ್ಯಕತೆ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು; ಅತ್ಯಂತ ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳ ಅನುಪಯುಕ್ತ ಸಾವಯುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವುದು ಇಲ್ಲವೇ ಸೃಷ್ಟಿಸುವುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಈ ವಿಶಿಷ್ಟಗುಣಗಳು ಮಾನವನನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಎಳೆದುದು; ತನ್ಮೂಲಕ ಮಾನವನಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯ ವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಸಹಾಯಕವಾದುದು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಹೇಗೆ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯೋಣ.

ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಉಪಯೋಗವಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಹಾಲಿನ ಕೆನೆಯನ್ನು ಕೂಡಿಟ್ಟು ಕಡೆದರೆ ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಕೊಬ್ಬು ಬೆಣ್ಣೆಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಒತ್ತರಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಕೂಡಿಟ್ಟ ಕೆನೆಯನ್ನು ಕಡೆಯುವ ಮುನ್ನ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಕಾಕಸ್ ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಸ್ (*Streptococcus lactis*) ಹಾಗೂ ಲೂಕೋನಾಸ್ಟಾಕ್ ಸಿಟ್ರೋವೊರಮ್ (*Leaconostoc Citrovorum*) ಅಥವಾ ಲೂಕೊನಾಸ್ಟಾಕ್ ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರನಿಕಮ್ (*Leuconostoc dextranicum*) ಎಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಹೆಪ್ಪಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹಾಕಿದರೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಕಂಪನ್ನು ಕೊಡುವ ಬೆಣ್ಣೆ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಗಿಣ್ಣಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ ಸಹ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಉತ್ತಮವಾದ ಗಿಣ್ಣು ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಕಾಕಸ್ ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಸ್, ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮೊರಿಸ್

ಹಾಗೂ ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಬ್ಯಾಸಿಲಸ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಬುಲ್‌ಗಾರಿಕಸ್, ಹೆಲ್‌ವೆಟಿಕಸ್ (*Lactobacillus lactis, L. bulgaricus, L. helveticus*) ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಲಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದ ಇತರ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಎಲ್ಲ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲೂ ಬಳಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆಲಿವ್, ಸಾವರ್‌ಕ್ರಾಟ್ ಮುಂತಾದ ತರಕಾರಿಯಿಂದ ತಯಾರಿಸುವ ಉಪ್ಪಿನಕಾಯಿಗಳಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದು ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು.

ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ(lactic acid)ದ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹ ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಬ್ಯಾಸಿಲಸ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಗಿಣ್ಣಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆವ 'ವ್ಹೇ' (whey) ಎಂಬ ಹಾಲಿನ ದ್ರವವನ್ನು ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಹಾಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಸ್ (lactose) ಎಂಬ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಲ್ಯಾಕ್‌ಟಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಲ್ಯಾಕ್ಟೋಬ್ಯಾಸಿಲಸ್ ಡೆಲ್‌ಬ್ರುಕಿ (*Lactobacillus delbruckii*) ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಉಷ್ಣಾಂಶ ೫೦°C; ಅಂದರೆ ಈ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಸ್ವಲ್ಪ ಶಾಖವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲವು. ಈ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸಲಾಗದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು, ಅನಪೇಕ್ಷಿಯ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಗಳು ನಾಶವಾಗುವುವು.

ಹಾಲನ್ನು ಮೊಸರು ಮಾಡುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ವಿನಿಗರ್ ಅಥವಾ ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ (vinegar-acetic acid) ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬಳಸಲು ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಹಣ್ಣಿನ ರಸವು ಹುದುಗಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್, ಅಸಿಟೋಬ್ಯಾಕ್ಟರ್ (aceto bacter) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು ವಿನಿಗರ್ ಅಥವಾ ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಹಣ್ಣಿನ ರಸವಲ್ಲದೆ, ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣ ಅಥವಾ ವಿಶ್ಲೇಷಿತ ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಹುದುಗುವುದರಿಂದಲೂ ಸಹ ವಿನಿಗರ್ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ಉಷ್ಣಾಂಶ ೧೫–೩೪°C.

ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುವಾಗ ಶುದ್ಧ ತಳಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಮಿಶ್ರತಳಿಗಳಿದ್ದರೆ ದೊರಕುವ ವಸ್ತುವು ನಿಶ್ಚಿತ ವಸ್ತುವಾಗಿರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದಿರಬಹುದು.

ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ನವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ಡೆಕ್ಸ್‌ಟ್ರನ್ (dextran) ಎಂಬ ಪದಾರ್ಥದ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಉದಹರಿಸಬಹುದು. ಈ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ರಕ್ತಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಪ್ಲಾಸ್ಮಾ ಸಂಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಣಗೊಳಿಸಿದಾಗ ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರೋಸ್

(dextrose) ಹಾಗೂ ಫ್ರಕ್ಟೋಸ್ (fructose) ಎಂಬ ಸರಳರೂಪ ಸಕ್ಕರೆಗಳು ದೊರಕುತ್ತವೆ. 'ಲುಕೋನಾಸ್ಟಾಕ್ ಮೆಸಂಟೆರಾಯ್ಡ್ಸ' (*Leuconostoc mesenteroids*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯು ಈ ವಿಶ್ಲೇಷಣಕ್ಕೆ ಸಹಾಯವೆಸಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರೋಸ್ ಸಕ್ಕರೆಯ ಅಣುಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಸೇರಿ ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರನ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯು ಹೊರಸೂಸುವ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಂದ ನಡೆಸಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಇವುಗಳಲ್ಲದೇ ಅನೇಕ ಕೈಗಾರಿಕಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರೀಡಿಯಂ ಅಸಿಟೋಬ್ಯೂಟಲಿಕಮ್ (*Clostridium acetobutylicum*) ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾವು ಸಕ್ಕರೆ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಕಾಕಂಬಿ (molasses)ಯಿಂದ ಅಸಿಟೋನ್, ಬ್ಯುಟನಾಲ್ ಎಂಬ ದ್ರಾವಕಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ೨, ೩-ಬ್ಯೂಟೇನ್‌ಡಯಾಲ್ (2, 3-butanediol), ಡೈಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಅಸಿಟೋನ್ (dihydroxy acetone), ಕಿಟೋ ಗುಲೋನಿಕ್ ಆಮ್ಲ (keto gulonic acid) ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉಪಯುಕ್ತ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. 'ಸಿ' ಅನ್ನಾಂಗ (ascorbic acid) ತಯಾರಿಸಲು ಅಸಿಟೋ ಬ್ಯಾಕ್ಟರ್ ಸಬ್ ಆಕ್ಸಿಡನ್ಸ್ (*Acetobacter suboxydans*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲದೇ, ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಹಾಗೂ ಅನಿಮಿಯ ಕಾಹಿಲೆಗೆ ನಿವಾರಣಾಮದ್ದಾದ ಕೋಬಾಲಮಿನ್ (cobalamin) ವಸ್ತುವನ್ನು 'ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿಸ್ ಓಲಿವಾಸಿಯಸ್' (*Streptomyces olivaceus*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯು ತಯಾರಿಸುತ್ತದೆ; ಅಲ್ಲದೇ ಪ್ರೋಪಿಯೋನಿ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂ ಫ್ರಾಯ್‌ಡೆನ್‌ರೈಷಿ (*Propioni bacterium freudenreichi*) ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳೂ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

ಆಧುನಿಕ ಯುಗವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳ ಯುಗವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು (ಎನ್‌ಜೈಮ್) ಕಾಗದ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಬಟ್ಟೆ ತಯಾರಿಸುವ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತವೆ. 'ಬ್ಯಾಸಿಲಸ್ ಸಟಲಿಸ್' (*Bacillus subtilis*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯು ಅಮೈಲೇಸ್ (amylase) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಸೂಸುವುದಲ್ಲದೆ, ಪ್ರೋಟಿಯಸ್ (proteus) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತದೆ. ಚರ್ಮ ಹದಗೊಳಿಸಲು, ಮಾಂಸವನ್ನು ಮೃದುಗೊಳಿಸಲು, ನೂಲನ್ನು ಹದಗೊಳಿಸಲು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು ಸಹಕಾರಿ.

ವೈವಿಧ್ಯಮಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಆವಾಸಸ್ಥಾನ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮಣ್ಣು. ಎಲ್ಲ ತರಹ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲೂ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಮಣ್ಣಿನ ಆಮ್ಲತೆ, ನೀರಿನಂಶ, ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರಬಹುದಾದ ಆಹಾರ, ಗಾಳಿಯ ಅಂಶ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಇತರ ಅನಿಲಗಳ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನೂ ಅನುಸರಿಸಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ವಾಸಿಸುತ್ತವೆ. ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸರಳರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಸರಳರೂಪಕ್ಕೆ ಬಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗುತ್ತವೆ. ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುವಾದ ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥವಾದ ಪ್ರೋಟೀನು ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರೀಡಿಯಂ ಹಿಸ್ಟೋಲಿಟಿಕಮ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲಾ. ಸ್ಪೋರೋಜಿನಸ್ (*Clostridium histolyticum and Cl. sporogenes*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ಪ್ರೊಟಿಯೋಲಿಟಿಕ್ (proteolytic) ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಸರಳವಾದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಬ್ಯಾಸಿಲಸ್, ಪ್ರೋಟಿಯಸ್ ಮತ್ತು ಸೂಡೋಮೊನಾಸ್ (*Bacillus, Proteus and Pseudomonas*) ಗುಂಪುಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದ ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಸಹ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತು ವಿಭಜಿಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಕೆಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗಬಲ್ಲದು, ಇಲ್ಲವೇ ಮತ್ತಿತರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಜೀವಿಗಳಿಂದ ವಿಭಜನೆ ಹೊಂದಿ ಸಾರಜನಕ ಬಿಡುಗಡೆ ಆಗಬಹುದು; ಇಲ್ಲವೇ ಅಮೋನಿಯ ಅನಿಲ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಆಗಬಹುದು. ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ನೈಟ್ರೊಸೊಮೊನಾಸ್ ಮತ್ತು ನೈಟ್ರೊಬಾಕ್ಟರ್ (*Nitrosomonas and Nitrobactor*) ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ, ಅಮೋನಿಯ ಅನಿಲವು ನೈಟ್ರಸ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ನಂತರ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಹೊಂದಿ ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನೈಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ಅಪಕರ್ಷಕ್ಕೊಳಗಾಗಿ ಅಮೋನಿಯವಾಗುತ್ತದೆ; ಇಲ್ಲವೇ ಸಾರಜನಕ ಅನಿಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಥಯೋಬ್ಯಾಸಿಲಸ್ ಡಿನೈಟ್ರಿಫಿಕನ್ಸ್, ಮೈಕ್ರೊಕಾಕಸ್ ಡಿನೈಟ್ರಿಫಿಕನ್ಸ್ (*Thiobacillus denitrificans, Micrococcus denitrificans*). ಸಾರಜನಕ ವೃತ್ತ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗುತ್ತದೆ.

ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ, ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಲುಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಅಂತೆಯೇ ಇಂಗಾಲ ಪ್ರಧಾನವಾದ ಸಾವಯವ ವಸ್ತುಗಳು ಅನೇಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿ ಸರಳವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಾಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಇಂಗಾಲ ವೃತ್ತ ಸಂಪೂರ್ಣಗೊಳ್ಳ

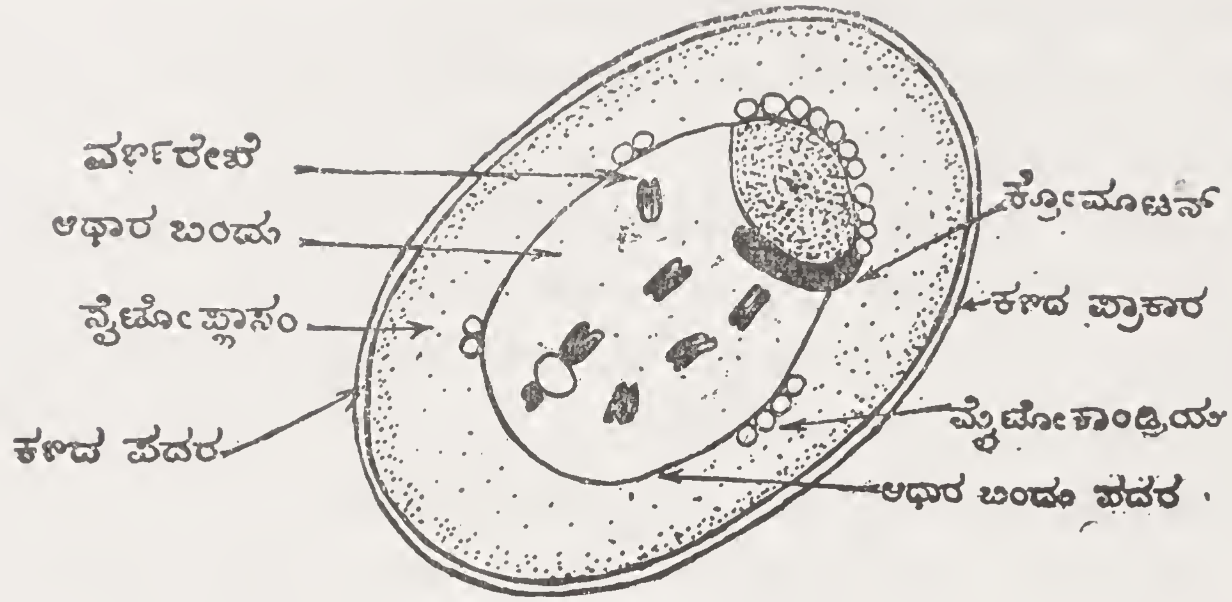
ಬೇಕಾದರೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವು ಮತ್ತೆ ಇಂಗಾಲ ಪ್ರಧಾನ ವಸ್ತು ಗಳಾಗಿ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದ ರಾಸಾಯ ನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡುತ್ತವೆ.

ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿರುವ ಗಂಧಕವೂ, ಸಾರಜನಕ ಮತ್ತು ಇಂಗಾಲ ಗಳಂತೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳಿಂದ ಸರಳ ವಸ್ತುಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಣ್ಣಿನ ಸಾರವನ್ನು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು ಹೆಚ್ಚಿಸು ತ್ತವೆ. ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಪಾತ್ರ ಹಿರಿದು. ಉತ್ತಮ ಸಾರವುಳ್ಳ, ವ್ಯವಸಾಯಕ್ಕೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಮಣ್ಣು ಯಾರಿಗೆ ಬೇಡ?

ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಸ್ವರೂಪ, ಅವುಗಳಿಂದ ಮಾನವನಿಗಾಗುವ ಉಪಯೋಗ ಇವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಪರಿಚಯ ಪಡೆದ ನಂತರ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಯಾದ ಯೀಸ್ಟ್ ಬಗ್ಗೆ, ಅವುಗಳಿಂದ ಮಾನವನಿಗಾಗುವ ಉಪಯೋಗ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಯೀಸ್ಟ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಯು ಅಗತ್ಯ. ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದಲೂ ಅಗೋಚರವಾಗಿ ಈ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಯು ಕಾರ್ಯನಿರತವಾಗಿ ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯವೆಸಗಿದೆ. ಕಳೆದ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಗತಿ ಹೊಂದಿದಂತೆ ನವ್ಯರೀತಿಯ ಪರಿಶೋಧನೆಯಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯ ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಅದ್ಭುತ ಶಕ್ತಿ ಅಡಗಿರುವುದನ್ನು ಹೊರ ಗೆಡಹಲಾಗಿದೆ. ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳಿಂದ ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥ, ಕೊಬ್ಬು ಮತ್ತು ಜೀವನಕ್ಕೆ ಅವಶ್ಯವಾದ ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗಬಲ್ಲದು. ಅನ್ನಾಂಗ ಗಳನ್ನು, ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಬಲ್ಲದು. ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯ ವಾದ ಪೋಷಕ ಆಹಾರವನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಅಗತ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ನೀಡಲು ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವ ಕಣವನ್ನು ಒಂದು ಪುಟ್ಟ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಬೇರೆ ಆಹಾರ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಭಾಗದ ಯಥೋಚಿತ ಅಭಾವವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಕ ವಸ್ತು (analytical tool) ವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೋಪ್ಲಾಸಂ (protoplasm), ನೀರಿನ ಅಂಶ, ಲವಣ, ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು, ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥ, ಕೊಬ್ಬು, ಇವುಗಳಿವೆ. ಕಣದ ಪ್ರಾಕಾರ, ಕಣದ ಪದರ, ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸಂ ದ್ರವದಲ್ಲಿ, ಮೈಟೋಕಾಂಡ್ರಿಯ, ಆಧಾರಬಿಂದು ಮುಂತಾದುವುಗಳೆಲ್ಲ ಇವೆ (ಚಿತ್ರ ೪). ಈ ಜೀವಿಗಳು ಸಹ ಎಲ್ಲೆಡೆಯಲ್ಲೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಒಂದರಿಂದ ಐದು ಮ್ಯು ಅಗಲ ಮತ್ತು ಐದರಿಂದ ಮುವತ್ತು ಮ್ಯು ಅಥವ ಸ್ವಲ್ಪ ಜಾಸ್ತಿ ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಂಡಾಕಾರವಾಗಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವು ದುಂಡಾ ಗಿಯೂ, ಉದ್ದವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳ ವಯಸ್ಸಿಗೆ ಹಾಗೂ ವಾತಾ



ಚಿತ್ರ ೪. ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣದ ಸ್ವರೂಪ

ವರಣಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅವುಗಳ ರೂಪ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರ ಬದಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳು ೦-೪೭°C ವರೆಗಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶವನ್ನು ತಡೆಯಬಲ್ಲದು. ಆದರೆ ೨೦-೩೦°Cನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ರೋಗ ತರುವ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಮಾನವನ ದೇಹದ ಉಷ್ಣಾಂಶ (೩೭°C) ಬಹಳ ಅನುಕೂಲ. ಯೀಸ್ಟ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಆಮ್ಲಜನಕ ಆವಶ್ಯಕ.

ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನಾಗಲೀ ಅಥವ ಸಕ್ಕರೆ ಇರುವ ಸಿಹಿಯಾದ ಯಾವ ದ್ರವವನ್ನಾಗಲೀ ಗಾಳಿಗೆ ತೆರೆದಿಟ್ಟರೆ ಅದು ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಮಾರ್ಪಾಟು ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಮಂದವಾಗುವುದು, ಗುಳ್ಳೆ ಬರುವುದು, ಘನವಸ್ತುವೊಂದು ಒತ್ತರಿಸುವುದು. ಬದಲಾದ ದ್ರಾವಣ ತನ್ನ ಮೊದಲಿನ ಸಿಹಿರುಚಿಯನ್ನು ಕಳೆದು ಕೊಂಡು, ತಿಳಿಯಾದ ಹೊಸ ರೂಪ ತಾಳುತ್ತದೆ. ಈ ಹೊಸ ವಸ್ತುವೇ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಎಂಬ ಮದ್ಯ. ದ್ರವದ ಮೇಲೆ ಉಂಟಾದ ತೆಳು ಪೊರೆಯೇ ಯೀಸ್ಟ್, ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಹಾಯಮಾಡುವುದು.

ಯೀಸ್ಟ್ ಧೂಳುಕಣದಲ್ಲಿ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದೆಡೆಗೆ ಒಯ್ಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳು ಗಾಳಿಯ ಸಂಪರ್ಕವಿಲ್ಲದೆಯೇ ಜೀವಿಸಬಲ್ಲುವು, ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧಿಸಬಲ್ಲವು. ಇಂತಹವುಗಳನ್ನು ಅವಾಯುಕಣ ಜೀವಿಗಳು (anaerobic) ಎನ್ನಬಹುದು.

ಕ್ಲಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ತ್ವರಿತಗೊಳಿಸುವ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಈ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಗಳು ಹೊಂದಿರುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳೇ ಕಾರಣ. ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳೂ ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಮದ್ಯವನ್ನಾಗಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ಒಂದೇ ಅಳತೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಲಾರವು. ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಹುದುಗಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಅಧಿಕ; ಮತ್ತೆ ಕೆಲವಕ್ಕೆ ಕಡಿಮೆ. ಒಳ್ಳೆಯ ತಳಿಯನ್ನು ಆರಿಸಿ, ಶುದ್ಧವಾದ ಕಣಗಳನ್ನು

ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಬೆಳೆಸಲು ಅನುಗುಣವಾದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೆ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಅನೇಕ ಉಪಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಉದಾ: ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ವಸ್ತು ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್. ಸಕ್ಕರೆ ಕಾರ್ಖಾನೆಯಲ್ಲಿ ದೊರಕುವ ಕಾಕಂಬಿಯನ್ನು ಕಚ್ಚಾವಸ್ತುವನ್ನಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ಸ್ಯಾಕರೋಮೈಸಿಸ್ ಸೆರವಿಸಿಯೆ(*Saccharomyces cerevisiae*)ಎಂಬ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣವನ್ನು—ಶುದ್ಧವಾದ ಕಣವನ್ನು, ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಕಾಕಂಬಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಕಾಕಂಬಿಯೇ ಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥಗಳು, ಆಲೂಗೆಡ್ಡೆ, ಪಿಷ್ಟ ಸಂಪತ್ತುಳ್ಳ ಕಾಳುಗಳು ಸಹ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಸೂಕ್ತವಾದವುಗಳು. ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿ ಸಕ್ಕರೆ ತಯಾರಿಸಿ ನಂತರ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಉತ್ಪಾದಿಸಬಹುದು. ಹುದುಗುವಾಗ ಬರುವ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವನ್ನು ಕೊಳವಿಗಳಲ್ಲಿ ಶೇಖರಿಸಬಹುದು. ಎರಡು ಮೂರು ದಿನಗಳ ನಂತರ ಬರುವ ಹುದುಗಿದ ದ್ರವವನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸಿ, ನೀರಿನ ಅಂಶವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುವುದರಿಂದ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಹುದುಗಿಸಿದನಂತರ ದೊರಕುವ ವಸ್ತು ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಉತ್ತಮವಾದ ಅಹಾರ.

ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬೀರ್ (beer), ವೈನ್ (wine), ವ್ಹಿಸ್ಕಿ (whisky), ರಮ್ (rum)ಮುಂತಾದ ಮಾದಕದ್ರವಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೂ ಯೀಸ್ ಅಗತ್ಯ.

ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಹುದುಗಿಸುವಾಗ ಆಲ್ಕೋಹಾಲ್ ಬದಲು ಗ್ಲಿಸರಾಲ್ (glycerol) ಎಂಬ ಸಿಹಿ ವಸ್ತುವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಹುದುಗಿಸುವುದರ ಮೇಲೆ ಹತೋಟಿ ಅಗತ್ಯ. ಗ್ಲಿಸರಾಲ್ ಔಷಧ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಟ್ರೈನೈಟ್ರೋಗ್ಲಿಸಿರಿನ್ ಎಂಬ ಸ್ಫೋಟಕ ವಸ್ತು ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ವಸ್ತು.

ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಶುದ್ಧವಾದ ತಳಿಯಿಂದ ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಸಿದರೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಹಾಗೂ ಮಧುರ ವಾಸನೆಯುಳ್ಳ ಬ್ರೆಡ್ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಕೆಗೆಂದೇ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣವನ್ನು ಬೆಳೆಸುತ್ತಾರೆ. ಹಿಟ್ಟನ್ನು ನಾದಿಸಿ ಇಟ್ಟರೆ ಅದು ಉಬ್ಬಿ ಹಗುರವಾಗುವುದು. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ತಯಾರಿಸಿದ ಬ್ರೆಡ್ ಹುಳಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಲು ಅಸಿಟೋ ಬ್ಯಾಕ್ಟರ್ ಕ್ಲೋಕೆ ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ (*Acetobacter clocae*) ಕಾರಣ. ಹಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಅಥವಾ ಪಿಷ್ಟಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಹುದುಗಿಸುವುದರಿಂದಲೇ ಈ ರೀತಿ ಆಗುವುದು. ಬ್ಯುಟಿರಿಕ್ ಆಮ್ಲ (butyric acid) ತಯಾರಿಸುವ ಹಾಗೂ ಅಮಧುರ ವಾಸನೆ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳ ಸಂಪರ್ಕ ಬಾರದಂತೆ ಹಿಟ್ಟನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿದರೆ ಒಳ್ಳೆಯ ಬ್ರೆಡ್ ದೊರಕುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಯೀಸ್ಟ್ ಬೇಕು.

ಹಾಗೂ ಇದರ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಆಹಾರಾಂಶವನ್ನು ಒದಗಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಒದಗಿಸಿದಾಗ ಹಿಟ್ಟು ಉಬ್ಬುತ್ತದೆ. ಕಾರಣ ಹಿಟ್ಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆಯು ಭಾಗಶಃ ಆಲ್ಕೋಹಾಲಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರೊಂದಿಗೆ ಬರುವ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲವು ಹಿಟ್ಟನ್ನು ಉಬ್ಬಿಸುತ್ತದೆ. ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಾಗುವಾಗ ಸುಡುತ್ತಾರಲ್ಲವೇ ? ಆಗ ಯೀಸ್ಟ್ ನಾಶವಾಗುವುದು.

ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಿದರೆ ಶೇಕಡ ೧೩ ಭಾಗ ಪ್ರೋಟೀನ್, ೧೦ ಭಾಗ ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥಗಳು, ೧ರಿಂದ ೩ ಭಾಗ ಕೊಬ್ಬಿನಂಶ, ಲವಣ, 'ಬಿ' ಅನ್ನಾಂಗಗಳು, 'ಜಿ' ಅನ್ನಾಂಗ, ಎರ್ಗೋಸ್ಟೆರಾಲ್ (ergosterol) ಎಂಬ 'ಡಿ' ಅನ್ನಾಂಗದ ಮೂಲವಸ್ತುವೂ ಇರುವುದು ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ಯೀಸ್ಟನ್ನು, 'ಬಿ' ಗುಂಪಿನ ಅನ್ನಾಂಗದ ಅಭಾವ ವಿದ್ದಾಗ, ಅವಶ್ಯಕತೆಯಿದ್ದರೆ ಅಥವಾ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಕೊರತೆ ಇದ್ದರೆ ಉಪಯೋಗಿಸ ಬಹುದು ಎಂದಂತಾಯಿತು. ಟಾರುಲ ಉಟಿಲಿಸ್ (*Torula Utilis*) ಎಂಬ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣವನ್ನು ಆಹಾರ ಯೀಸ್ಟ್ ಆಗಿ ಬೆಳಸುತ್ತಾರೆ, ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಎಂಡೋಮೈಸಿಸ್ ವೆರ್‌ನಾಲಿಸ್ (*Endomysis Vernalis*) ಹಾಗೂ ಓಸ್ಪೋರ ಲಾಕ್‌ಟಿಸ್ (*Öospora Lactis*) ಎಂಬ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣಗಳನ್ನು ಕೊಬ್ಬಿನ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

'ಬಿ' ಅನ್ನಾಂಗಗಳು ದೊರಕುವ ಒಂದು ಗಣಿ 'ಯೀಸ್ಟ್'. ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತು ಗೊತ್ತಾದ ಅಥವಾ ಊಹಿಸಿರುವ ಅನ್ನಾಂಗಗಳಿವೆ. ಮಾನವನ ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ 'ಬಿ' ಅನ್ನಾಂಗಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾದಾಗ ಒಣಗಿದ, ಜೀವರಹಿತ ಯೀಸ್ಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಅಭಾವದಿಂದ ಉಂಟಾದ ಕಾಹಿಲೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಅನಂತರ ಈ ಕಾಹಿಲೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಹಾಗೂ ವಾಸಿಮಾಡಲು ಬೇಕಾದ ಇತರ ಆಹಾರದೊಡನೆ ಅಪ್ರಧಾನ ವಸ್ತುವಾಗಿ ಬಳಸಲೂಬಹುದು. ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಾಧಾರವಾಗಿ ಯೀಸ್ಟನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥಗಳು ವಿಶ್ಲೇಷಣ ಹೊಂದಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೆ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಎಲ್ಲ ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥವೂ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದೇಹಪೋಷಣೆಗೆ ಅಗತ್ಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಅಗತ್ಯ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಅನಗತ್ಯ ಆಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ದೇಹ ರೂಪಿಸುತ್ತದೆ. ಅಗತ್ಯ ಅಮೀನೋ ಆಮ್ಲಗಳಾದ ಲೈಸಿನ್ (lysine) ಮತ್ತು ಟ್ರಿಪ್ಟೋಫೇನ್ (tryptophane) ಎಂಬವುಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಯೀಸ್ಟ್ ಪಡೆದಿದೆ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಯೀಸ್ಟನ್ನು ಆಹಾರದೊಡನೆ ಬಳಸಲು ಸೂಕ್ತವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ.

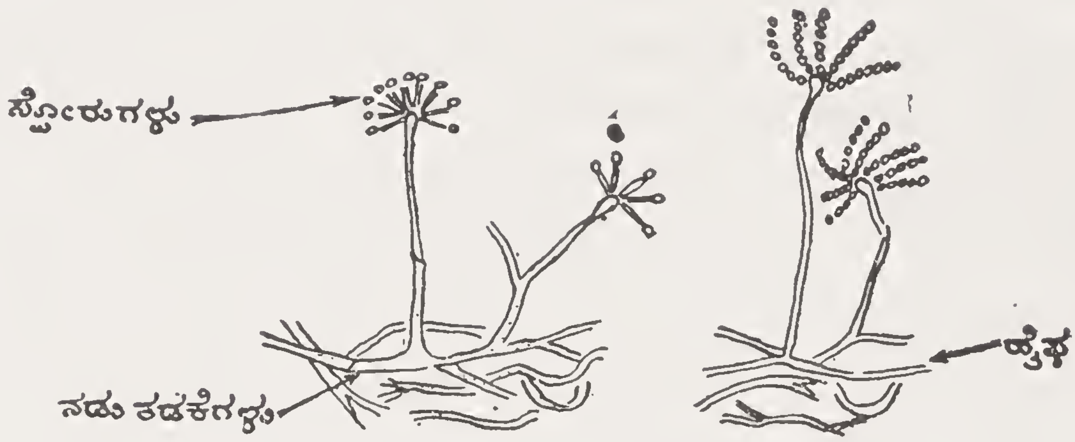
ಕಾಗದ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಮರದ ಹುಡಿಯನ್ನು ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಬೈಸಲ್ಫೈಟ್ (calcium bisulfite) ಎಂಬ ಲವಣದೊಡನೆ ಬೇಯಿಸಿದಾಗ ಮರದಲ್ಲಿರುವ ಸೆಲುಲೋಸ್ (cellulose) ಎಂಬ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಮಿಕ್ಕ ಎಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೂ ವಿಲೀನಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಸೆಲುಲೋಸ್ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ನಂತರ ದೊರಕುವ ದ್ರವದಲ್ಲಿ ಉಳಿದಿರುವ ಶರ್ಕರ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಆಹಾರವನ್ನಾಗಿ ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಟಾರುಲೋಪ್ಸಿಸ್ ಯುಟಲಿಸ್ (*Torulopsis utilis*) ಎಂಬ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣವು ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲುದು. ಕಾಗದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ದೊರಕುವ ಇಂತಹ ದ್ರವಕ್ಕೆ ಇತರ ಉಪಯುಕ್ತ ಲವಣಗಳನ್ನು ಬೆರಸಿ, ಟಾರುಲಾಪ್ಸಿಸ್ ಯೀಸ್ಟ್ ಕಣವನ್ನು ಬೆಳೆಸಬಹುದು. ಕಳೆದ ಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನರು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿ ಬೆಳಸಿ ಆಹಾರದ ಅಭಾವವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಿಹರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಹೀಗೆ ಮಾಡದೆ ಕಾಗದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ದ್ರವವನ್ನು ಹರಿಸಿಬಿಟ್ಟು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾದ ನೀರಿನೊಡನೆ ಮಿಶ್ರಮಾಡುವುದರಿಂದ ನೀರು ಕೆಟ್ಟು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಕೊಳಕು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ರೋಗಾಣು ಜೀವಿಗಳು ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಆಗದಂತೆ ಅನುಪಯುಕ್ತ ದ್ರವವನ್ನು ಸದುಪಯೋಗಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಯೀಸ್ಟ್, ಬೂಷ್ಟು, ಅಣಬೆ, ಶಿಲೀಂದ್ರ, ಭಂಗುರ ಮತ್ತು ನಾಯಿಕೊಡೆ– ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಫಂಜೈ (fungi) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ, ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯಮಯವಾಗಿರುವ ನೂರಾರು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಯೀಸ್ಟ್ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಯಾದರೆ, ನಾಯಿಕೊಡೆ ಬಹುಕಣ ಜೀವಿ. ಹಣ್ಣಿನ ಮೇಲೆ, ತರಕಾರಿಯ ಮೇಲೆ, ಬಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ, ಚರ್ಮದ ಮೇಲೆ, ಕಾಳುಗಳ ಮೇಲೆ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಮಳೆಗಾಲದಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಬೂಷ್ಟುಗಳು (mold) ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿವೆ. ಫಂಜೈ ಕೆಲವು ಗಿಡಗಳಿಗೆ ಆಶ್ರಿತ ಜೀವಿಯಾದರೆ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಆಶ್ರಿತ. ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿನ ನಿರ್ಜೀವ ಸಾವಯವ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ವಿಭಜಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡ ವಸ್ತುಗಳು ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗುತ್ತವೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಿಡಗಳಿಗಿರುವಂತೆ ಕಾಂಡ, ಬೇರು ಹಾಗೂ ಎಲೆಗಳು ಫಂಜೈಗಳಿಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಫಂಜೈಗಳನ್ನು ಥಾಲೋಫೈಟ್ಸ್ (Thallophytes) ಎಂಬ ವರ್ಗೀಕರಣದಲ್ಲಿ ತಜ್ಞರು ಸೇರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಯೀಸ್ಟ್ ಏಕಕಣ ಜೀವಿಯಾದರೆ ಬೂಷ್ಟು (mold) ಅನೇಕ ಕಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಬೂಷ್ಟುಗಳು ಮಾನವನಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಉಪಯುಕ್ತವೋ ಅಷ್ಟೇ ಮಾರಕವೂ ಆಗಿದೆ. ಏಕಕಣ ಜೀವಿಯಾದ ಯೀಸ್ಟ್ ಬಳಸಲು ಯೋಗ್ಯ; ಆದರೆ ಬಹುಕಣ ಜೀವಿಯಾದ ನಾಯಿಕೊಡೆ ಮಾದರಿಯ ಬೂಷ್ಟು ವಿಷ.

ಬೂಷ್ಟುಗಳು ಕವಲೊಡೆಯುತ್ತವೆ. ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಆಧಾರ

ಬಿಂದುವಲ್ಲದೆ, ವಿವಿಧ ಗಾತ್ರವುಳ್ಳ ಕಣದ ಪ್ರಾಕಾರ ಹಾಗೂ ಸೈಟೋಪ್ಲಾಸಂ ಬೂಷ್ಟದ ಕಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ಕವಲೊಡೆದ ತಂತುಗಳು ಒಂದರೊಡನೊಂದು ಹೆಣೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಒಂದೊಂದು ತಂತುವಿಗೂ ಹೈಫಾ (hypha) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅನೇಕ ತಂತುಗಳ ಕ್ಲಿಷ್ಟರೂಪಕ್ಕೆ ಮೈಸಿಲಿಯಂ (mycelium) ಎಂದು ಹೆಸರು (ಚಿತ್ರ ೫).



ಚಿತ್ರ ೫. ಬೂಷ್ಟದ ಸ್ವರೂಪ

ಈ ವರ್ಗದ ಸಸ್ಯಗಳು ಪುನರುತ್ಪಾದನೆಗಾಗಿ ರೂಪಿಸುವ ರಚನೆಗೆ ಸ್ಪೋರ್ (spore) ಅಥವಾ ಬೀಜಕಣ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಬೀಜಕಣ ಫಂಜೈ ಬೀಜಕಣಕ್ಕಿಂತ ವಿಭಿನ್ನವಾಗಿದೆ. ಫಂಜೈಗಳ ಸಂತಾನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಿವೆ. ಜೀವಾಣು ವಿದಳನ (fission), ಕುಡಿ ಒಡೆಯುವುದು (budding), ಬೀಜಕಣ ರಚನೆ (spore formation) ಇವೇ ಆ ವಿಧಗಳು. ಹೀಗೆ ಆದಾಗ ಆಧಾರಬಿಂದುಗಳು ಹಂಚಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಅನೇಕ ಬೀಜಕಣಗಳು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗಿ ಎಲ್ಲೆಡೆಗೆ ಹರಡುತ್ತವೆ. ಒಂದೊಂದೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ.

ಬೂಷ್ಟಗಳು ಬೆಳೆಯಬೇಕಾದರೆ ಗಾಳಿ ಅವಶ್ಯಕ ; ನೀರಿನ ಅಂಶವೂ ಅವಶ್ಯಕ. ಬೆಳೆಯಲು ಯೋಗ್ಯ ಉಷ್ಣಾಂಶ ೨೦-೩೦°C.

ಬೂಷ್ಟಗಳು ಮಾನವನಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವೂ ಮಾರಕವೂ ಆಗಿವೆ. ರೋಗಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲ, ಔಷಧಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ, ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಬೂಷ್ಟಗಳನ್ನು ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

೧೯೨೩ರ ವರೆಗೆ ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲ(ನಿಂಬೆಹುಳಿ ಉಪ್ಪು)ವನ್ನು, ಈ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಹಣ್ಣಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈಗ ಸಕ್ಕರೆ (sucrose) ಹಾಗೂ ಗ್ಲೂಕೋಸ್(glucose)ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ, ಹುದುಗಿಸಿ ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಸಿಟ್ರಿಕ್ ಆಮ್ಲವು ಔಷಧ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಬಣ್ಣದ ತಯಾರಿಕೆ

ಯಲ್ಲಿ, ಶಾಯಿಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಆಹಾರಸಂಸ್ಕರಣದಲ್ಲಿ, ಕಂಪನ್ನು ಸೆರೆ ಹಿಡಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಸ್ ನೈಜರ್ (*Aspergillus niger*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟವನ್ನು ಇದರ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಔಷಧಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋನಿಕ್ ಆಮ್ಲ (gluconic acid) ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಬೇಕಾಗುವ ವಸ್ತು. ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಹಾಗೂ ಗರ್ಭಿಣಿಯರಿಗೆ ಈ ಆಮ್ಲದ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಲವಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವೆಂದು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ಗ್ಲೂಕೋನಿಕ್ ಆಮ್ಲವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಸ್ ನೈಜರ್(*Aspergillus niger*)ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟವು ನೆರವೇರಿಸುತ್ತದೆ. ಫ್ಯುಮರಿಕ್ ಆಮ್ಲ(fumaric acid)ದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ರೈಝೋಪಸ್ ನೈಗ್ರಿಕನ್ಸ್ (*Rhizopus nigricans*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟವನ್ನು ಬಳಸಿದರೆ, ಕೋಜಿಕ್ ಆಮ್ಲ(kojic acid)ದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಿಸ್ ಫ್ಲೇವಸ್ (*Aspergillus flavus*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಶೋಧಿಸಲು ಕೋಜಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಂದಿನ ಯುಗವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳ ಯುಗವೆನ್ನಬಹುದು. ಬೂಷ್ಟಗಳು ಬೆಳೆಯುವಾಗ ಕೆಲವು ಉಪಯುಕ್ತ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಸ್, ಪೆನಿಸಿಲಿಯಂ ಮತ್ತು ರೈಝೋಬಿಯಂ (*Aspergillus, Penicillium and Rhizobium*) ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬೂಷ್ಟಗಳನ್ನು ಕಿಣ್ವಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆಂದೇ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅಮೈಲೇಸಸ್ (amylases), ಇನ್‌ವರ್ಟೇಸ್ (invertase), ಪ್ರೋಟಿಯೇಸ್ (protease), ಪೆಕ್ಟಿನೇಸ್ (pectinase), ಅಮೈಲೋ ಗ್ಲೂಕೋಸಿಡೇಸ್(amylo glucosidase) ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಆಹಾರಸಂಸ್ಕರಣ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ, ಚರ್ಮ, ಬಟ್ಟೆ ಹಾಗೂ ಹಣ್ಣಿನ ಸಂಸ್ಕರಣ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜೀವರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳು ಬೇಕು. ಜೀವಕಣಗಳ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸುವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಈ ಕಿಣ್ವಗಳು ಅನುವಾಗುತ್ತವೆ. ಬೂಷ್ಟದಿಂದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದ ಪ್ರಯತ್ನ ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಟಾಕಮಿರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಿಂದ ನಡೆಯಿತು. ಇಂದು ಅನೇಕ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಬೂಷ್ಟದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಅಮೈಲೇಸಸ್, ಪ್ರೋಟಿಯೇಸಸ್, ಪೆಕ್ಟಿನೇಸಸ್ ಮುಂತಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತಿವೆ.

ಆಸ್ಪರ್‌ಜಿಲಸ್ ಒರೈಝೆ (*Aspergillus oryzae*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟದಿಂದ ೨೩ ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನೂ, ಆಸ್ಪರ್‌ಜಿಲಸ ನೈಜರ್ (*Aspergillus niger*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟದಿಂದ ೨೦ ಬಗೆಯ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಬಹುದೆಂದು

ಟವಬರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಪಟ್ಟಿಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ರೈಬೋಫ್ಲೇವಿನ್ (riboflavin) ಎಂಬ 'ಬಿ' ಗುಂಪಿನ ಅನ್ನಾಂಗವನ್ನು ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲದೆ, ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಂ ಅಸಿಟೋ ಬ್ಯುಟಲಿಕಮ್ (*Clostridium acetobutylicum*) ಎಂಬ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಸಹ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ಎರಿಮೋಥೀಸಿಯಂ ಆಶ್ಬೈ (*Eremothecium ashbyii*) ಹಾಗೂ ಆಶ್ಬೈ ಗಾಸಿಪಿ (*Ashbya Gossypii*) ಎಂಬ ಜೀವಾಣುಗಳೂ ಸಹ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ರೈಬೋಫ್ಲೇವಿನ್ ಅನ್ನಾಂಗವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಔಷಧದ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ, ಪೆನಿಸಿಲಿಯಂ ನೊಟೇಟಮ್ ಕ್ರೈಸೋಜಿನಮ್ (*Penicillium notatum chrysogenum*) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಯನ್ನು ಬಳಸಿದಾಗ ಪ್ಯಾಂಟೋಥೆನಿಕ್ ಆಮ್ಲ (pantothenic acid), ಬಯೋಟಿನ್ (biotin) ಹಾಗೂ ಪಿರಿಡಾಕ್ಸಿನ್ (pyridoxin) ಎಂಬ ಅನ್ನಾಂಗ ಗಳೂ ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಒಣಗಿಸಿದ ಮೈಸಿಲಿಯಂನ್ನು ಕೋಳಿ ಆಹಾರವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು 'ಸಿ' ಅನ್ನಾಂಗವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

'ಎ' ಅನ್ನಾಂಗದ ಮೂಲವಸ್ತು ಕ್ಯಾರೋಟಿನಾಯ್ಡ್ಸ್ (carotenoids). ವಿವಿಧ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ಕ್ಯಾರೋಟಿನಾಯ್ಡ್ಸ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ದೇಹ ದಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗಿ 'ಎ' ಅನ್ನಾಂಗವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಕ್ಯಾರೋಟಿ ನಾಯ್ಡ್ಸ್ ರೂಪವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳು, ಯೀಸ್ಟ್ ಹಾಗೂ ಬೂಷ್ಟ ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ.

ಎರ್ಗೋಸ್ಟೆರಾಲ್ (ergosterol) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವು 'ಡಿ' ಅನ್ನಾಂಗದ ಮೂಲವಸ್ತು. ಇದು ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣಗಳಲ್ಲಿ, ಬೂಷ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಮೈಸಿಲಿಯಾದಲ್ಲಿ ಎರ್ಗೋಸ್ಟೆರಾಲ್ (ergosterol) ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ತಯಾರಿಕೆಯನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಮೈಸಿಲಿಯನ್ನು ಶೇಖರಿಸಿ, ಎರ್ಗೋಸ್ಟೆರಾಲ್ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಬಳಸ ಬಹುದು. ಎರ್ಗೊಸ್ಟೆರಾಲನ್ನು ನೀಲಲೋಹಿತಾತೀತ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ 'ಡಿ' ಅನ್ನಾಂಗವು ಔಷಧ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ.

ಶತಮಾನಗಳಿಗಿಂತ ಹಿಂದೆ ಮಾ ಹುಆಂಗ್ (ma huang) ಎಂಬ ಚೀನಾ ದೇಶದ ಗಿಡದಿಂದ ಎಫಿಡ್ರಿನ್ (ephedrine) ಎಂಬ ಔಷಧವನ್ನು ತಯಾರಿಸು ತ್ತಿದ್ದರು. ಈಗ ಈ ವಿಧವನ್ನು ಬಳಸದೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಗನುಸಾರವಾಗಿ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಬೆಂಝಾಲ್ಡಿಹೈಡ್ (benzaldehyde) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ

ವಸ್ತುವನ್ನು ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಕಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮಧ್ಯಮ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ನಂತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೀತ್ಯ ಎರ್ಗೊಸ್ಟೆರಾಲ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಪಿತ್ತಜನಕಾಂಗದಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲಗಳು (bile acids), ಲೈಂಗಿಕ ಪ್ರಚೋದಕ ಸ್ರಾವಗಳು (sex hormones), 'ಡಿ' ಅನ್ನಾಂಗಗಳು-ಇವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಮೂಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಹಾಗೂ ಅಪಕರ್ಷಕ ರೀತ್ಯಾ ಸೂಕ್ತ ಬದಲಾವಣೆಮಾಡಲು ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಫ್ಲೇವೋಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂ ಹೆಲ್‌ವೋಲಂ (*Flavobacterium helvolum*), ಅಸಿಟೋ ಬ್ಯಾಕ್ಟರ್ ಪಾಸ್ಟೋರಿಯೆನಂ (*Acetobacter Pastorianum*), ನೋಕಾರ್ಡಿಯ (*Nocardia*), ಆಲ್ಕಲಿಜಿನಸ್ ಫಿಕಾಲಿಸ್ (*Alcaligenes faecalis*), ಫ್ಲೇವೋ ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಂ ಡಿಹೈಡ್ರೊಜಿನನ್ಸ್ (*Flavobacterium dehydrogenans*), ಯೀಸ್ಟ್, ರೈಝೋಪಸ್ ಆರ್ರಿಝುಸ್ (*Rhizopus arrhizus*), ರೈಝೋಪಸ್ ನೈಗ್ರಿಕನ್ಸ್ (*Rizopus nigricans*), ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿಸ್ ಫ್ರಾಡೀ (*Streptomyces fradiae*), ಆಸಪರ್ಜಿಲಸ್ ನೈಜರ್ (*Aspergillus niger*) ಮುಂತಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸರಳವಾಗಿ ನೆರವೇರಿಸುತ್ತವೆ.

ಶರ್ಕರ ಪಿಷ್ಟ ಪದಾರ್ಥಗಳು ವಿಶ್ಲೇಷಿತವಾದಾಗ ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರಿನ್ (dextrin) ಮತ್ತು ಸಕ್ಕರೆಗಳು ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಡೆಕ್ಸ್ಟ್ರಿನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವು ಅಂಟಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಬಟ್ಟೆ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಟ್ಟೆಗೆ ಹೊಳಪು ಕೊಡಲೋಸುಗ, ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲು ಹಾಗೂ ಔಷಧಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಇನ್‌ವರ್ಟೇಸ್ (invertase) ಎಂಬ ಕಿಣ್ವವು ಕಬ್ಬಿನ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ಸರಳ ರೂಪ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ (glucose) ಮತ್ತು ಲೆವುಲೋಸ್ (levulose) ಸಕ್ಕರೆಗಳಾಗೆ ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುತ್ತದೆ. ವಿಶ್ಲೇಷಿತ ಸಕ್ಕರೆಯ ದ್ರಾವಣವು ಕ್ಯಾಂಡಿ (candy) ಎಂಬ ಸಿಹಿ ಪದಾರ್ಥದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಸಹಕಾರಿ. ಪ್ರೋಟಿಯೇಸ್ (protease) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವು ಸಸಾರಜನಕ ಪದಾರ್ಥವಾದ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಚರ್ಮವನ್ನು ಹದಗೊಳಿಸಲು, ಅಂಟಿನ ದ್ರವ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ರೇಷ್ಮೆ ಬಟ್ಟೆಯ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಬೀರ್ ಎಂಬ ಮದ್ಯ ಪಾನೀಯವನ್ನು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸಲು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಹಣ್ಣಿನ ರಸವನ್ನು ಶುಭ್ರಗೊಳಿಸಲು ಪೆಕ್ಟಿನೇಸ್ (pectinase) ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವು ಸಹಕಾರಿ. ನಾರು ಬಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿಶ್ಲೇಷಿಸಲು ಈ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಇವುಗಳಲ್ಲದೇ ಅನೇಕ ಬೂಷ್ಟಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಮೈಸಿಲಿಯಾಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕೊಬ್ಬಿನ ಅಂಶವಿರುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ತ ವಾತಾವರಣ ಕಲ್ಪಿಸಿ, ಬೂಷ್ಟಗಳನ್ನು ಬೆಳಸಿ, ಕೊಬ್ಬನ್ನು ಶೇಖರಿಸಬಹುದು. ಇದರ ಉಪಯೋಗ ಇಂದಲ್ಲ ನಾಳೆ ಬಂದೀತು. ಬೂಷ್ಟ ಬೆಳೆಯುವಾಗ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಉಳ್ಳ ಮೈಸಿಲಿಯಂ ಸಹ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗಾಗಿ ಆಹಾರವನ್ನಾಗಿ ಬಳಸಲು ಎರಡನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನರು ಬೂಷ್ಟಗಳನ್ನು ಬೆಳಸಿ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸೋಯಾ ಅವರೆಯನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿ ಸೋಯಾ ಸಾಸ್ (soya sauce) ಎಂಬ ಉಪಯುಕ್ತ ಆಹಾರವನ್ನು ಜಪಾನ್ ಮತ್ತಿತರ ಪೂರ್ವ ಏಷ್ಯಾದಲ್ಲಿನ ಜನರು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಸ್ ಫ್ಲೇವಸ್ (*Aspergillus flavous*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟ ಇದಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿ. ಮ್ಯೂಕರ್ ರೂಕ್ಸಿ (*Mucor Rouxii*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟವು ಅಕ್ಕಿಯನ್ನು ಹುದುಗಿಸಲು ಸಹಕರಿಸುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ಅಣಬೆಗಳು ತಿನ್ನಲು ಯೋಗ್ಯವಾದವುಗಳು. ಇದರಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಇರುವುದಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

'ಬಿ' ಅನ್ನಾಂಗವಾದ ರೈಬೋಫ್ಲೇವಿನ್ (riboflavin) ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ (penicillin) ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ, ಗಿಬರಲಿನ್ (gibberellin) ಎಂಬ ಸಸ್ಯ ಹಾರ್ಮೋನ್ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ 'ಎ' ಅನ್ನಾಂಗಕ್ಕೆ ಪೂರ್ವಗಾಮಿಯಾದ ಬಿಟಾಕ್ಯಾರೋಟಿನ್ (β-carotene) ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟ ಬೂಷ್ಟಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಅನೇಕ ಫಂಜೈಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅಸಂಪೂರ್ಣ ಫಂಜೈ (*Fungi imperfecti*) ಎಂಬ ಗುಂಪೊಂದಿದೆ. ಇವುಗಳ ಜೀವಚಕ್ರ (life cycle) ಅಪೂರ್ಣ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿನ ಹೈಫೆಗಳಲ್ಲಿ ನಡುತಡಕೆಗಳನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. (ಚಿತ್ರ ೫). ಸ್ಪೋರುಗಳು ಅಲೈಂಗಿಕವಾಗಿ ಉತ್ಪಾದವಾಗುತ್ತವೆ. ಆಕ್ಟಿನೋ ಮೈಸಿಟಸ್ (*Actinomycetes*) ಎಂಬುದು ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದೆ. ಇವುಗಳು ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾಗಳಿಗಿರುವ ಕೆಲವು ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಹಾಗೂ ನೈಜ ಫಂಜೈ (true fungi) ಗಳಿಗಿರುವ ಕೆಲವು ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದು ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಒಂದು ಸೇತುವೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದಂತಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ರೋಗ ಕಾರಕಗಳು. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಾರವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುತ್ತವೆ.

ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳಿಂದ ನೂರಾರು ಬಗೆಯ ರೋಗ ನಿವಾರಣ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಆಂಟಿಬಯಾಟಿಕ್ಸ್ (antibiotics) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈಗಾಗಲೇ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಎಂಬುದು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ನೊಟೀಟಮ್ (*Penicillium notatum*) ಹಾಗೂ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಕ್ರೈಸೋಜಿನಮ್ (*Penicillium chrysogenum*) ಎಂಬ ಬೂಷ್ಟದಿಂದ ಹೊರಸೂಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತು. ರೋಗ ಉಂಟು ಮಾಡುವ ರೋಗಾಣು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿ ಹೊಂದಿರುವ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಕಂಡು ಹಿಡಿದವರು ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನಿತ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡರ್ ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್ (Alexander Flemming) (೧೮೭೬-೧೯೫೫).

ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿಸ್ ಗ್ರೈಸಿಯಸ್ (*Streptomyces Griseus*) ಎಂಬ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುವಿನಿಂದ 'ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿನ್' (Streptomycin) ಎಂಬ ಅಮೂಲ್ಯ ರೋಗ ನಿರೋಧಕ ವಸ್ತುವನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದು ಕ್ಷಯನಿವಾರಣ ಮದ್ದು. ಅಂತೆಯೇ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿಸ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಂದ ಟೈಫಾಯಿಡ್ ಜ್ವರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ರೋಗಾಣು ಜೀವಿಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲ ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್ (Chloromycetin) ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನೂ, ಆರಿಯೋಮೈಸಿನ್ (Aureomycin), ಟೆರ್ರಮೈಸಿನ್ (Terramycin), ಮುಂತಾದ ರೋಗ ನಿವಾರಣ ಮದ್ದುಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆ-ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬ್ಯಾಸಿಲಿಸ್ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ (Bacillus) ಟೈರೋಥ್ರೈಸಿನ್(Tyrothricin), ಬ್ಯಾಸಿಟ್ರಸಿನ್(Bacitricin), ಪಾಲಿಮೈಕ್ಸಿನ್ (Polymyxin) ಮುಂತಾದ ರೋಗನಿವಾರಣ ಮದ್ದುಗಳನ್ನೂ, ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿಸ್ (*Streptomyces*) ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ, ಎರಿಥ್ರೋಮೈಸಿನ್ (Erythromycin), ಕಾರ್ಬೋಮೈಸಿನ್ (Carbomycin), ನಿಯೋಮೈಸಿನ್ (Neomycin) ವಿಯೋಮೈಸಿನ್ (Viyomycin) ಮುಂತಾದ ಹಲವಾರು ರೋಗ ನಿವಾರಣ, ಔಷಧಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇನ್ನೂ ಉತ್ತಮವಾದ ಸರ್ವ ರೋಗ ನಿವಾರಣ ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಲ್ಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣುಗಳ ಬೇಟೆ ಸತತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಸೂಕ್ತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿ ರೋಧಕ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದಾಗ ಕೆಲವು ಜೀವಿಗಳು ಅದನ್ನು ಎದುರಿಸಿ ನೂತನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಇಂತಹ ಜೀವಿಗಳು ಹೊರಸೂಸುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವು ಹೆಚ್ಚಿನ ರೋಗ ನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನೂತನ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಮಾನವನ ಏಳಿಗೆಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಪಡೆಯನ್ನೇ ಬೆಳೆಸ ಬಹುದು. ಕೈಗಾರಿಕಾ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ, ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಉಪ ಯೋಗಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗಬಲ್ಲ ವಸ್ತು ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ನೆರವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಮೂರ್ತಿ ಚಿಕ್ಕದಾದರೂ ಕೀರ್ತಿ ಹಿರಿದಲ್ಲವೆ?

ಗ್ರಂಥಋಣ

1) Microbiology—Michael J. Pelczar Jr. and Roger D. Reid McGraw Hill Book Co. Inc., New York.

2) An Introduction to Industrial Mycology—George Smith, Edward Arnold & Co. Ltd., London.

3) A World we do not see—Lev Potkov, Foreign Languages Publishing House, Moscow.

4) Yeast—Ruth woods, Anheuser-Busch Inc., Missouri.

5) Introduction to the Bacteria—C. E. Clifton, McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.

6) Industrial Fermentation, Vols. 1 & 2, Underkofler and Hickey, 1954, Chemical Publishing Co. Inc., New York.

ಡಾ. ಅನುಪಮಾ ನಿರಂಜನ

ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ಸ್
ವಿಷಜೀವಾಣು ನಾಶಕಗಳು

ಎರಡು ದಶಕಗಳಿಗೆ ಹಿಂದೆ: "ನಮ್ಮ ಮಗನಿಗೆ ಟೈಫಾಯ್ಡ್ ಆಗಿದೆ. ಇನ್ನೇನಪ್ಪಾಗತಿ?" ಎಂದು ತಂದೆತಾಯಿಗಳು ಶೋಕತಪ್ತರಾಗಿ ತಲೆಯಮೇಲೆ ಕೈಹೊತ್ತು ಕುಳಿತುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಟೈಫಾಯ್ಡ್ ಜ್ವರ ಎಂದರೆ ಅದರ ತೆಕ್ಕೆಯಿಂದ ಯಾರೂ ಬಿಡಿಸಿಕೊಂಡು ಬದುಕಲಾರರು ಎಂಬ ನಂಬಿಕೆ ಇದ್ದ ಕಾಲ ಅದು. ಅದಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಆ ಕಾಹಿಲೆಯ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವಂಥ ಪ್ರಬಲವಾದ ಯಾವ ಔಷಧಿಗಳೂ ಆಗ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ರೋಗಿಯ ತಂದೆತಾಯಿಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ವೈದ್ಯರೂ ನಿಸ್ಸಹಾಯರಾಗಿ ನಿಟ್ಟುಸಿರುಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಆದರೆ ಈಗ: ಮಗುವಿಗೆ ಟೈಫಾಯ್ಡ್ ಆಗಿದೆ ಎಂದು ಯಾವ ತಂದೆತಾಯಿಗಳೂ ಹೆದರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದೊಂದೇ ಕಾಹಿಲೆಯಲ್ಲ, ನ್ಯುಮೋನಿಯಾ, ಕ್ಷಯ, ಕರುಳು ಕಾಹಿಲೆಗಳು, ಮೂತ್ರಕೋಶದ ರೋಗಗಳು, ಮಿದುಳಿನ ಸಂಬಂಧವಾದ ತೊಂದರೆಗಳನ್ನು ಕೂಡ, ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಔಷಧಿಗಳಿಂದ ವಾಸಿಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯದಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡ ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನೇ ಎಬ್ಬಿಸಿದ ಈ ಔಷಧ ಸಮುಚ್ಚಯದ ಹೆಸರು, ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ಸ್ ಅಥವಾ ವಿಷಜೀವಾಣು ನಾಶಕಗಳು.

ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ಸ್ ಔಷಧಿಯನ್ನು ದೇಹದೊಳಗೆ ಸೇರಿಸಿದಾಗ ಅದು ನೇರವಾಗಿ ವಿಷಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಬಹುದು ಅಥವಾ ವಿಷಜೀವಾಣುಗಳ ವೃದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಿ, ಅವು ದೇಹದ ರಕ್ಷಣಾಪಡೆಗೆ ಬಲಿಯಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕ್ರಮವಾಗಿ ವಿಷಜೀವಾಣುನಾಶಕಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ವಿಷಜೀವಾಣುವೃದ್ಧಿ ನಾಶಕಶಕ್ತಿ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಇಂಥ ಪ್ರಬಲವಾದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ಉಗಮ ಶಿಲೀಂದ್ರ ಅಥವಾ ಬೂಷ್ಟುಗಳಿಂದ. ಹಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಕೂಡ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ಸ್‌ಗಳನ್ನು ಈಗ ತಯಾರಿಸಬಹುದಾಗಿದೆ.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ನ ಹೆಸರು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್. ಅನಂತರ ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಇಂದು ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲ್ಪಡುತ್ತಿರುವ, ಕಡು

ಬಡವರ ಕೈಗೂ ಎಟುಕುವಂಥ ಔಷಧಿ. ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಪಾಸಿಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ನಾಶಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್ ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೆಗೆಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಹಾಗೂ ಕ್ಷಯದ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವಂಥದು. ಆದರೆ ಇವುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ, ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಔಷಧಿ ಗಳಿಗಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯಿತು. ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಹಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯಿರುವ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳಾದ ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್, ಆರ್‍ಯೊ ಮೈಸಿನ್‌ಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟುವು. ಇವು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಪಾಸಿಟಿವ್ ಹಾಗೂ ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೆಗೆಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇತರ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನೂ ನಾಶಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆದಿದ್ದುವು. ಇವುಗಳ ನಂತರ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್, ಲೆಡರ್‌ಮೈಸಿನ್ ಮುಂತಾದ ಹಲವಾರು ಕಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯ ಔಷಧಿಗಳು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದುವು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಕೊಡುವಂತಹ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಮಾತ್ರೆಗಳೂ, ಅಣಬೆರೋಗ ನಾಶಿನಿಯಾದ ಗ್ರಿಸೊಫಲ್‌ವಿಲ್, ಮೈಸ್ಟಾಂಟಿನ್‌ನಂತಹ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳೂ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಒದಗಿದುವು. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಕಾಹಿಲೆ ಗಳಿಂದ ಆಗುವ ಸಾವು ನೋವು ಅತ್ಯದ್ಭುತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ತಡೆಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಜೀವವನ್ನು ಉಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯಿರುವ ಈ ಸಂಜೀವಿನಿಗಳನ್ನು ಹದವರಿತು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ. ನೆಗಡಿ ಬಂದೊಡನೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವವರೂ ಇದ್ದಾರೆ. ಇದು ಅನಗತ್ಯವಾದುದು. ಕಾಹಿಲೆಯ ಕ್ರಿಮಿ ಗಳು ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತವಾದ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ತೋರಿಸುತ್ತವೆಂದು ತಿಳಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಔಷಧವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು. ನೆಗಡಿಕೆಮ್ಮುಗಳಂತಹ ದಿನನಿತ್ಯದ ಸಣ್ಣಪುಟ್ಟ ಕಾಹಿಲೆಗೆ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್‌ನಂತಹ ಪ್ರಭಾವಶಾಲೀ ಔಷಧಿಯ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಒಂದೆರಡುದಿನ ಔಷಧಿ, ಮಾತ್ರೆ ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಕೆಮ್ಮು ಖಂಡಿತ ಕಡಮೆಯಾಗಬಹುದು. ಈ ವಿಷಯಕವಾದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ವೈದ್ಯರುಗಳು ತಮ್ಮ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಮನದಟ್ಟು ಮಾಡಿಸಬೇಕಾದುದು ಅವರ ಆದ್ಯಕರ್ತವ್ಯ. ಜೀವರಕ್ಷಕ ವಾದ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ನಿನ ಅನಗತ್ಯ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ ಉಂಟಾಗಿ ಅದು ಜೀವಕ್ಕೆ ಮಾರಕವಾಗಲೂಬಹುದು.

ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಆರಂಭಿಸುವ ಮುನ್ನ ವೈದ್ಯ ರೋಗವ ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲೇ ಬೇಕು. ಸಾಧ್ಯವಾದೆಡೆ ರಕ್ತ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳು ರೋಗಪತ್ತೆಗೆ ನೆರವಾಗಬಹುದು. ಇವೆರಡರ ಒತ್ತಾಸೆಯಿಂದಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಉತ್ತಮ ಮಟ್ಟದ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು.

ಇಂದು ನಾವು ದಿನನಿತ್ಯ ಬಳಸುವ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ವರ್ಣಮಾಲೆ ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳ ಉಗಮ, ಬಳಕೆ, ವಿಷಪರಿಣಾಮಗಳು, ಉಪಯೋಗಗಳು, ಇವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು ಒಂದು ರೋಮಾಂಚಕಾರೀ ಅನುಭವ.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್

ಇಂದು ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿರುವ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗೆ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಸುಮಾರು ೧೯೪೪ರ ವೇಳೆಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಕಂಡುಹಿಡಿದಾತ ಅಲೆಗ್ಸಾಂಡರ್ ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಅನೇಕ ವಿಷಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿ ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಇಂದಿಗೂ ಅದು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದಿದೆ. ಅದರ ಪ್ರಭಾವ ಹಿರಿದು, ಬೆಲೆ ಕಡುಬಡವನಿಗೂ ನಿಲುಕುವಂಥದು. ದೇಹದಮೇಲೆ ಇದು ಬೇರೆ ಯಾವ ಕೆಟ್ಟ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗೆ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ ಉಂಟಾದರೆ ಮಾತ್ರ ಬಲು ಅಪಾಯ. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ರೋಗಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನದ ಪ್ರಮಾಣ ಮೊದಲಿಗೆ ಬಹಳ ಕಡಮೆಯಿದ್ದರೂ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಅದರ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿದೆ. ಏನೇ ಆಗಲಿ, ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ನಮ್ಮ ಜನರ ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ಕಾಪಾಡಲು ವಹಿಸಿದ ಪಾತ್ರ ಬಲು ಹಿರಿದು.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ನು ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಕಾಕಸ್, ನ್ಯೂಮೋಕಾಕಸ್, ಮತ್ತು ಮೇಹರೋಗಗಳ ಕ್ರಿಮಿಗಳಿಗೆ ಸಿದ್ಧೌಷಧಿ. ಆದರೆ ಸ್ಟಫಲೋಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ಇದರ ಆಟ ನಡೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾಕೆಂದರೆ ಮೇಲಿನ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಪೆನಿಸಿಲಿನೇಸ್ ಎಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ಕಿಣ್ವ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಅನ್ನು ನಿರ್ವೀರ್ಯಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಅಂಥ ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ನಿರುಪಯೋಗಿ.

ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿನ ಮುಖಾಂತರ ಮಾತ್ರ ಕೊಡಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಅದನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಕೊಡುವ ಪ್ರಯತ್ನವೂ ನಡೆದಿತ್ತು. ಆದರೆ ಬೆನ್‌ಸೈಲ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಜಠರದ ದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಪಟುತ್ವ ಕಳೆದುಕೊಂಡಿತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ಹೊಸಬಗೆಯ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳನ್ನು (ಜಠರದ ದ್ರಾವಕದಲ್ಲಿ ಪಟುತ್ವ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳದಂಥವು) ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಯಿತು. ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಅಂಥ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳೂ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದುವು. ಇವು ಜಠರದ ದ್ರಾವಕಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಸ್ಟಫಲೋಕಾಕಸ್‌ಗಳ ಪೆನಿಸಿಲಿನೇಸ್ ಕಿಣ್ವಕ್ಕೆ ಜಗ್ಗುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಪ್ರಭಾವ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಯಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಬಗೆಗಳಿವೆ.

ಬೆನ್‌ಸೈಲ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ : ಇದನ್ನು ಕ್ರಿಸ್ಟಲೈನ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಎಂದೂ ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಸ್ನಾಯುವಿನ ಮುಖಾಂತರ ಚುಚ್ಚಿದಾಗ ಬಹುಬೇಗ ರಕ್ತದಿಂದ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲ್ಪಟ್ಟು, ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕಾರು ಗಂಟೆಗಳೊಳಗೆ ಮೂತ್ರಪಿಂಡದಿಂದ ಹೊರಗೆ ವಿಸರ್ಜಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ದಿನಕ್ಕೆ ಎರಡುಬಾರಿಯಾದರೂ ಕೊಡಬೇಕಾದ ಪ್ರಸಂಗ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಇದರ ಮಟ್ಟ ಬಹು

ಬೇಗ ಏರುವುದರಿಂದ ಅತ್ಯುಗ್ರ ಸೋಂಕುಗಳಿಗೆ (ಉದಾ : ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳ ಹುಣ್ಣು, ಹೃದಯದ ಹೊರಪೊರೆಯ ಸೋಂಕು ಇತ್ಯಾದಿ) ಇದು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪರಿಣಾಮ ಕಾರಿ. ಆದರೆ ಮಿದುಳು, ಹೃದಯಾವರಣ, ಶ್ವಾಸಕೋಶಾವರಣ ಹಾಗೂ ಕೀಲಿ ನಾವರಣಗಳೊಳಗೆ ರಕ್ತದಿಂದ ಈ ಔಷಧಿ ಹೆಚ್ಚಿನಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸುವುದಿಲ್ಲ ವಾದುರಿಂದ ಅವುಗಳ ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಕೀಲುಗಳ, ಹೃದಯ ಹಾಗೂ ಶ್ವಾಸಕೋಶಾವರಣ ಹಾಗೂ ಮಿದುಳಿನ ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಆಯಾ ಭಾಗ ಗಳಿಗೆ ನೇರವಾಗಿ ಈ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕೊಡಬೇಕು.

ಈ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಕರುಳು ಹಾಗೂ ಜಠರ ದಿಂದ ಸರಿಯಾಗಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಮಾರ್ಗ ಅನಪೇಕ್ಷ ಣೀಯ. ಪ್ರಮಾಣ : ೫ಲಕ್ಷ ಯೂನಿಟ್‌ಗಳಿಂದ ೧೦ ಲಕ್ಷ ಯೂನಿಟ್‌ಗಳು.

ಪ್ರೊಕೇನ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ : ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಪ್ರೊಕೇನ್ ಎಂಬ ಲವಣ ದೊಂದಿಗೆ ಬೆರಸುವುದರಿಂದ ಅದರ ಕಾರ್ಯಾವಧಿ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಔಷಧಿ ಯನ್ನು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಸುಮಾರು ೨೪ ಗಂಟೆಗಳವರೆಗೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಅದರ ಮಟ್ಟ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಯೋಗ ಪ್ರಮಾಣ : ೩ ಲಕ್ಷ ಯೂನಿಟ್‌ಗಳು.

ಬೆನ್‌ಸಥೀನ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ : ಇದರ ಕಾರ್ಯಾವಧಿ ಸುಮಾರು ಒಂದು ವಾರದಷ್ಟಿರುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ೬ ಲಕ್ಷ ಯೂನಿಟ್‌ಗಳಷ್ಟು ಬೆನ್‌ಸಥೀನ್ ಪೆನಿಸಿಲಿ ನನ್ನು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿನ ಮುಖಾಂತರ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಅದರ ಪ್ರಭಾವ ಒಂದು ವಾರದ ವರೆಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ಉಪದಂಶ ಮುಂತಾದ ಆನುಷಂಗಿಕ ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ತುಂಬಾ ಉಪಯುಕ್ತ. ಆದರೆ ತೀವ್ರರೀತಿಯ ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾ: ಶ್ವಾಸ ಕೋಶದ ಉರಿಯೂತ, ಮೂತ್ರಪಿಂಡದ ಉರಿಯೂತ) ಪ್ರೊಕೇನ್ ಅಥವಾ ಬೆನ್‌ಸೈಲ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳೇ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಉತ್ತಮವಾದವುಗಳು.

ಹೊಸ ಕೃತಕ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳು : ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಅನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಕೃತಕವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾದುದರಿಂದ, ಹೊಸ ಬಗೆಯ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡುವು. ಈ ಔಷಧಿಗಳ ಮುಖ್ಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯೆಂದರೆ ಇವನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ (ಮಾತ್ರೆಗಳರೂಪದಲ್ಲಿ) ಕೊಡಬಹುದು. ಇವುಗಳು ಜಠರದ ಹೈಡ್ರೋಕ್ಲೋರಿಕ್ ಆಮ್ಲದಲ್ಲಿ ಕರಗುವುದಿಲ್ಲ ಮತ್ತು ಸ್ಟಫಲೋ ಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಪೆನಿಸಿಲಿನೇಸ್ ಕಿಣ್ವ ಇವನ್ನು ಹಾಳುಮಾಡುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಈ ಹೊಸ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳು ತುಂಬಾ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗುತ್ತಿವೆ.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ' ವಿ ' : ಬೀಜಾಮ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯವರು ೧೯೫೭ರ ವೇಳೆಗೆ ಹೊಸ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತಂದರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ' ವಿ '. ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ೨೫೦ ಮಿಲಿಗ್ರಾಂನ ಒಂದು ಮಾತ್ರೆ

ಕೊಟ್ಟಾಗ, ಅದರ ಪ್ರಭಾವ ಸ್ನಾಯುವಿನ ಮುಖಾಂತರ ಚುಚ್ಚಿದ ೨ ಲಕ್ಷ ಬೆನ್‌ಸೈಲ್ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಸರಿಸಮನಾಗಿತ್ತು. ಅಂಥ ಮಾತ್ರೆಯನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಅಥವಾ ಆರು ಗಂಟೆಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಕೊಟ್ಟು ಅನೇಕ ಸೋಂಕುಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಹುದು.

ಪೆನಿಥಿಸಿಲಿನ್ : ಇದು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ 'ವಿ'ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಕರುಳಿನಿಂದ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಅದಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿ.

ಆಂಪಿಸಿಲಿನ್ : ಇದು ೧೯೬೧ರ ವೇಳೆಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೆಗೆಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ಇದು ಅತ್ಯಂತ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾದುದು. ಇನ್‌ಫ್ಲುಯೆಂಜಾ, ಟೈಫಾಯ್ಡ್ ಹಾಗೂ ಮೂತ್ರಪಿಂಡದ ಸೋಂಕಿನ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ಇದು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ರ್ಯಾಂ ಪಾಸಿಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳಮೇಲೂ ಇದು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿ. ಆದರೆ ಆಂಪಿಸಿಲಿನ್ ಪೆನಿಸಿಲಿಸಿಸ್ ಕಿಣ್ವದಿಂದ ಪಟುತ್ವ ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದೊಂದು ತೊಂದರೆಯನ್ನು ದಾಟಿದರೆ, ಆಂಪಿನಿಸಿಲಿನ್‌ನ ಪ್ರಭಾವಳಿ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಮುಂದೆ ಇದು ಹಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳನ್ನು ಮೀರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಕೊಡಬಹುದಾದುದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ವಯಸ್ಸಿನವರಿಗೂ ಇದು ಸೂಕ್ತ.

ಮೆಥಿಸಿಲಿನ್ : ಇದು ಪೆನಿಸಿಲಿನೇಸ್ ಕಿಣ್ವದಿಂದ ನಿಷ್ಕ್ರಿಯೆಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಇದರ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಣಾಮ ಸ್ಟೆಫಲೋಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ.

ಕ್ಲೊಕ್ಸಾಸಿಲಿನ್ : ಇದೂ ಪೆನಿಸಿಲಿನೇಸ್ ಕಿಣ್ವಕ್ಕೆ ವಿರೋಧ ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಬಾಯಿ ಅಥವಾ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಮೂಲಕ ಇದನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು.

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನ ಉಪಯೋಗಗಳು

ಜ್ವರ ಬಂದಾಗ "ನನಗೊಂದು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಕೊಡಿ ಡಾಕ್ಟ್ರೇ" ಎಂದು ರೋಗಿಗಳು ಕೇಳುವುದು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ವೈದ್ಯರಾದವರು ಕಾಹಿಲೆಯ ಕ್ರಿಮಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಿಂದ ನಾಶವಾಗಬಲ್ಲದೇ ಎಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ಹೊರತು ಆ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕೊಡಬಾರದು.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಗಂಟಲುನೋವಿಗೆ, ಗಳಗ್ರಂಥಿಯ ಉರಿಯೂತಕ್ಕೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಗಳಚರ್ಮರೋಗದ ಹಬ್ಬುವಿಕೆಯನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲಿಕ್ಕೂ ಇದು ಬಹು ಉತ್ತಮವಾದ ಔಷಧಿ. ಶ್ವಾಸನಾಳ ಹಾಗೂ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳ ಉರಿಯೂತವಂತೂ ಈ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿನಿಂದ ಬಹುಬೇಗ ವಾಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಮಧ್ಯ ಕಿವಿಯ ಉರಿಯೂತಕ್ಕೂ ಇದರ ಬಳಕೆ ಅವಶ್ಯ. ಸಂಧಿವಾತಜ್ವರ, ಮೂತ್ರಪಿಂಡದ ಉರಿಯೂತ ಇವುಗಳಿಗೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಅನೇಕ ದಿನಗಳವರೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕ್ರಿಮಿಗಳಿಂದುಂಟಾಗುವ ಹೃದಯಾವರಣದ ಉರಿಯೂತಕ್ಕಂತೂ ಇದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಬೇರೆ ಮದ್ದಿಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಇಂದು

ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಎಲ್ಲ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಮುನ್ನ ಮತ್ತು ಅನಂತರ ಇಂದಿಗೂ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಅನ್ನೇ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಮಿದುಳಿನ ಉರಿಯೂತಕ್ಕೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಸ್ನಾಯುಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಕೊಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಮಿದುಳು ಬಳ್ಳಿಯೊಳಗೂ ಕೊಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಉಪದಂಶ, ಶುಕ್ಲ ದೋಷ ಮುಂತಾದ ಮೇಹರೋಗಗಳು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಿಂದಾಗಿ ಇಂದು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹಿಡಿತದಲ್ಲಿವೆ. ಹೀಗೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಿಂದ ನಮಗಾಗಿರುವ ಉಪಕಾರ ವರ್ಣಿಸಲಸದಳ.

ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ

ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಸಿದ ಹಾಗೆ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನದ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಬಗೆಗಳಿವೆ. ಒಂದು, ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕೊಟ್ಟ ಒಡನೆಯೇ ಉಂಟಾಗುವಂಥದು. ಎರಡನೆಯದು ನಿಧಾನ ವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂಥ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ.

೧. ತೀವ್ರರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನವಿರುವವರಿಗೆ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕೊಟ್ಟೊಡನೆ ಕುಸಿದು ಬೀಳುವಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಮೈ ಬೆವರಿ, ನಾಡಿಯ ಮಿಡಿತ ಕುಂದಿ, ರೋಗಿ ಪ್ರಜ್ಞೆತಪ್ಪಬಹುದು. ಅನೇಕವೇಳೆ ಸಾವಿಗೀಡಾದ ಸಂದರ್ಭಗಳೂ ಇವೆ. ರೋಗಿ ಕುಸಿದೊಡನೆ ಅಡ್ರಿನಲಿನ್ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಕೊಡಬೇಕು. ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗದಿದ್ದರೆ, ಕಾರ್ಟಿಸೋನ್ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಕೊಡುವುದರಿಂದ ರೋಗಿಯ ಜೀವ ಉಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಬಹುದು.

೨. ನಿಧಾನವಾಗಿ ಆಗುವ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನದ ಚಿಹ್ನೆಗಳು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದು ಕೊಟ್ಟ ನಾಲ್ಕಾರು ಗಂಟೆಗಳ ಬಳಿಕ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಮೈ ಜುಮ್ ಜುಮ್ ಎನ್ನುವ ಅನಿಕೆ, ಅನಂತರ ತಲೆ ತಿರುಗುವಿಕೆ, ವಾಂತಿಯಾಗುವಿಕೆ, ಮೈಮೇಲೆ ಗಂದೆಗಳು, ಜ್ವರ ಇವೆಲ್ಲವೂ ನಿಧಾನ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನದ ಗುರುತುಗಳು.

ಒಮ್ಮೆ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನವಾದ ರೋಗಿಗೆ ಮತ್ತೊಮ್ಮೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಕೊಡಬಾರದು. ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಬೇರೆ ಬಗೆಯ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ ನೀಡುವುದು ಕ್ಷೇಮಕರ.

ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿನ್

ಗ್ರ್ಯಾಂ ನೆಗೆಟಿವ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ವಿಶೇಷ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಹುದಾದ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್ ಅನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೆನ್ನುವ ಸತತ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದಾಗಿ ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿನ್ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತು. ಈ ಔಷಧಿ ಕ್ಷಯದ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ಅತ್ಯುಗ್ರ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರಬಲ್ಲುದು. ಆದರೆ ಇದು ಎಂಟನೆಯ ನರ ಹಾಗೂ ಮೂತ್ರಪಿಂಡಗಳಿಗೆ ಅಪಾಯವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಈ ಔಷಧಿಗೆ ಬಲುಬೇಗ ವಿರೋಧವನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ಇದೇ ಕಾರಣದಿಂದಾಗಿ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್ ಚುಚ್ಚುಮದ್ದನ್ನು ಕ್ಷಯರೋಗಿಗೆ ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಕೊಡಲೇಬಾರದು. ಕ್ರಿಮಿವೃದ್ಧಿ ನಾಶಕಗಳಾದ ಪಾಸ್ ಅಥವಾ ಐಸೊನಿಕ್ಸ್ ಔಷಧಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಮಾತ್ರ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನ್ ಕೊಟ್ಟರೆ, ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ದೊರಕುತ್ತವೆ.

ಕ್ಷಯ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಕೆಲವು ಕಾಹಿಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ಹೃದಯಾವರಣದ ಉರಿಯೂತ, ಮಿದುಳಿನ ಉರಿಯೂತ, ಮೂತ್ರಪಿಂಡ ಹಾಗೂ ನಾಳದ ಸೋಂಕು ಮತ್ತು ರಕ್ತಭೇಧಿ.

ಅಪಾಯಗಳು : ಕಿವಿಗೆ ನರದೆಳೆಗಳನ್ನು ಸರಬರಾಜುಮಾಡುವ ಎಂಟನೆಯ ನರಕ್ಕೆ ಅಪಾಯವಾಗುವುದರಿಂದ, ತಲೆ ತಿರುಗು, ಆಯ ತಪ್ಪುವಿಕೆ ಮತ್ತು ಕಿವುಡು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅನೇಕ ತಿಂಗಳುಗಳು ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೊಮೈಸಿನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಮಾತ್ರ ಇಂಥ ತೊಂದರೆ ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಮೂತ್ರಪಿಂಡಗಳಿಗೂ ತೊಂದರೆಯಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು.

ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ ಅಪರೂಪವಾದರೂ ಆಗೊಮ್ಮೆ ಈಗೊಮ್ಮೆ ತಲೆದೋರಬಹುದು. ಅಂಥ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿನ್ ಕೊಡದಿರುವುದು ಮೇಲು. ಒಂದುವೇಳೆ ಕೊಡಲೇ ಬೇಕಾದರೆ, ಕಾರ್ಟಿಸೋನ್ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ನೀಡಬೇಕು.

ಇತರ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಲ್ಲಂತಹ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ತೊಡಗಿದಾಗ, ೧೯೫೨ರಲ್ಲಿ ಎರಿಥ್ರೋಮೈಸಿನ್ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಪ್ರಭಾವದಲ್ಲಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನನ್ನು ಇದು ಹೋಲಿದರೂ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ವೃದ್ಧಿಯನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವ ಶಕ್ತಿ ಮಾತ್ರ ಇದಕ್ಕಿದೆ. ಎರಿಥ್ರೋಮೈಸಿನನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಕೊಡುವುದರಿಂದ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಇದರ ಮಟ್ಟ ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದಷ್ಟು ಕಂಡುಬರುವುದರಿಂದ ಅನೇಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ನೀಡಬಹುದಾಗಿದೆ. ಸ್ಟಫಲೋಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ರೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಗಳಚರ್ಮರೋಗದಲ್ಲಿ, ಎರಿಥ್ರೋಮೈಸಿನ್ ತುಂಬಾ ಪ್ರಭಾವಶಾಲಿಯಾಗಿದೆ.

ಬಹುಶಃ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಶಕ್ತಿಯಿರುವ, ಆದರೆ ವಿಷಪರಿಣಾಮವುಂಟು ಮಾಡುವ ಹತ್ತಾರು ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು, ಲಿಂಕೋಮೈಸಿನ್, ನೋವೋಬಯೋಸಿನ್, ಫ್ಯೂಸಿಡಿನ್, ವ್ಯಾನ್ ಕೊಮೈಸಿನ್, ಕೆನಾಮೈಸಿನ್, ಪಾಲಿಮಿಕ್ಸಿನ್ ಮತ್ತು ಪ್ಯಾರಮೋ ಮೈಸಿನ್.

ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಯೋಮೈಸಿನ್‌ನ ಪ್ರಭಾವಳಿ ಹಿರಿದಾಗಿದೆ. ಹುಣ್ಣುಗಳ ಸೋಂಕು, ಚರ್ಮ ವ್ಯಾಧಿಗಳು ಹಾಗೂ ಸುಟ್ಟಗಾಯಗಳನ್ನು ವಾಸಿಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ನಿಯೋಮೈಸಿನ್ ತುಂಬಾ ಸಹಾಯಕಾರಿ. ಕರುಳಿನಿಂದ ಇದು ಹೀರದೆ ಇರುವುದರಿಂದ, ಕರುಳಿನ ಕಾಹಿಲೆಗಳಿಗೆ, ಕರುಳಿನ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇದರ ಬಳಕೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಪಾಲಿಮಿಕ್ಸಿನ್ ಮೂತ್ರಕೋಶ ಹಾಗೂ ನಾಳಗಳ ಕಾಹಿಲೆಗೆ ತುಂಬಾ ಉಪಯೋಗಕರವಾಗಿದೆ. ಅದರಂತೆಯೇ ಕರುಳಿನ ಕಾಹಿಲೆಗಳಿಗೂ ಕೂಡ.

ಈ ಎರಡು ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ವಿಷಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಬಲ್ಲೆವಾದರೆ ನಾಳಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಇವಕ್ಕೆ ಉಜ್ವಲ ಭವಿಷ್ಯವಿದೆ.

ಅಣಬೆರೋಗ ನಿರೋಧಕ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು

ಕ್ರಿಮಿನಾಶಕಗಳಾದ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು ಅಣಬೆರೋಗದ ಮೇಲೆ ಯಾವ ಪ್ರಭಾವವನ್ನೂ ಬೀರಲಾರವು. ಹಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ಉಪಯೋಗದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಕರುಳಿನ ಸಹಜ ಜೀವಾಣುಗಳು ನಾಶಹೊಂದಿ, ಅಣಬೆ ಬೆಳೆಯಲು ಸಹಾಯವಾಗುತ್ತದೆ.

ಅಣಬೆ ನಿರೋಧಕ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು ನೈಸ್ಟಾಟಿನ್ ಮತ್ತು ಗ್ರಿಸೋಫಲಿವಿನ್.

ನೈಸ್ಟಾಟಿನ್ : ಬಾಯಿ, ಕರುಳು, ಹಾಗೂ ಯೋನಿಗಳ ಅಣಬೆರೋಗಕ್ಕೆ, ನೈಸ್ಟಾಟಿನ್ ಮಾತ್ರೆಗಳು ಒಳ್ಳೆಯವು. ಯೋನಿಯೊಳಗಿರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತಹ ಮೈಕೋಸ್ಟಾಟಿನ್ ಮಾತ್ರೆಗಳು, ಚರ್ಮಕ್ಕೆ ಹಚ್ಚಬಹುದಾದಂತಹ ಜೆಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಮುಲಾಮುಗಳು ಸಹ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ.

ಗ್ರಿಸೋಫಲಿವಿನ್ : ಚರ್ಮ, ಉಗುರು ಹಾಗೂ ಬುರುಡೆಯ ಅಣಬೆ ರೋಗದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಿಸೋಫಲಿವಿನ್ ಮಾತ್ರೆಗಳು ಬಂಡಾಯವನ್ನೇ ಎಬ್ಬಿಸಿವೆ. ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಮಾತ್ರೆಗಳನ್ನು ಹಲವು ತಿಂಗಳುಗಳವರೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ಈ ಕಾಹಿಲೆಗೆ ಯೋಗ್ಯಚಿಕಿತ್ಸೆಯೇ ಇರಲಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ, ಇದು ಸ್ವಾಗತಾರ್ಹ.

ಹಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು

ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಹಾಗೂ ಸ್ಟ್ರೆಪ್ಟೋಮೈಸಿನ್‌ಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಸೀಮಿತವಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ, ಅವಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳಿಗಾಗಿ ಶೋಧ ನಡೆಯಿತು. ಅದರ ಫಲವಾಗಿ ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್ ಹಾಗೂ ಆರ್‍ಯೊಮೈಸಿನ್ ಔಷಧಿಗಳು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟುವು. ಇವುಗಳು ಗ್ರ್ಯಾಂ ಪಾಸಿಟಿವ್, ಗ್ರಾಂ ನೆಗೆಟಿವ್. ವೈರಸ್‌ಗಳು ಹಾಗೂ ರಿಕೆಟ್‌ಸಿಯಾ ಕ್ರಿಮಿಗಳೆಲ್ಲದರ ಮೇಲೆ ನಾಶಕ ಶಕ್ತಿ ಹೊಂದಿದ್ದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಪ್ರಭಾವಳಿಯನ್ನು ಅನುಲಕ್ಷಿಸಿ ಹಿರಿಯ ಪ್ರಭಾವಳಿಯ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಲಾಯಿತು. ಇವನ್ನು ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಮೂಲಕ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕವೂ ಕೊಡುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದ್ದುದು ಇನ್ನೊಂದು ಅನುಕೂಲವಾಯಿತು. ಇವುಗಳಿಂದಾಗಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನ

ಉಪಯುಕ್ತತೆ ಕಡಮೆಯಾಯಿತೆಂದು ತಿಳಿಯಬಾರದು. ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಿಂದಾಗಿ ಬಗ್ಗುವ ಕ್ರಿಮಿಗಳಿಗೆ ಅದನ್ನೇ ಈಗಲೂ ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಈ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು, ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್, ಟೆರಾಮೈಸಿನ್, ಅಕ್ರೋಮೈಸಿನ್ ಮತ್ತು ಲೆಡರ್‌ಮೈಸಿನ್.

ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್ : ಇದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಟೈಫಾಯ್ಡ್ ಜ್ವರದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ. ಈ ಔಷಧಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಮುನ್ನ ಆ ಜ್ವರಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಯಾವ ಮದ್ದೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ರೋಗಿಯ ವಯಸ್ಸಿನ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇಲೆ ದಿನಕ್ಕೆ ೧–೨ ಗ್ರಾಂಗಳವರೆಗೆ ಈ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಕ್ಯಾಪ್‌ಸೂಲ್‌ಗಳ ಮುಖಾಂತರ ನೀಡಬಹುದು.

ಮಿದುಳಿನ ಉರಿಯೂತ, ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಸೋಂಕು, ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಉರಿಯೂತ ಹಾಗೂ ನಾಯಿಕೆಮ್ಮುಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಪೆನಿಸಿಲಿನ್, ಸಲ್ಫನಮೈಡ್ ಅಥವಾ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೊಡಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಒಂದು ವಾರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಕೊಡಬಾರದು.

ಕೆಟ್ಟಪರಿಣಾಮಗಳು : ಈ ಔಷಧಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವಾಗ ಕೆಲವರಿಗೆ ವಾಂತಿ, ಹೊಟ್ಟೆ ತೊಳಸಿಕೆ, ಭೇದಿ ಆಗಬಹುದು. ಬಹಳಕಾಲ ಕ್ಲೋರೋಮೈಸಿಟಿನ್ ನೀಡಿದರೆ, ಮೂಳೆಯ ಒಳಭಾಗ ಶಕ್ತಿಗುಂದಿ ರಕ್ತಕಣಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಯೇ ನಿಲ್ಲಬಹುದು. ರಕ್ತದ ವಿಷಕಾಹಿಲೆಗಳೂ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು.

ಟೆಟ್ರಾಸೈಕ್ಲಿನ್ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು : ಟೆರಾಮೈಸಿನ್, ಅಕ್ರೋಮೈಸಿನ್ ಮತ್ತು ಲೆಡರ್‌ಮೈಸಿನ್, ಇವು ಈಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖವಾದುವು. ಇವೆಲ್ಲವುಗಳೂ ಕ್ಯಾಪ್‌ಸೂಲ್‌ಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ದೊರಕುತ್ತವೆ. ಸಾಧಾರಣ ಸೋಂಕಿಗೆ ೨೫೦ ಮಿ.ಗ್ರಾಂ.ನ ಕ್ಯಾಪ್‌ಸೂಲನ್ನು ಆರುಗಂಟೆಗೊಮ್ಮೆ ಕೊಟ್ಟರೆ ಸಾಕು. ಸೋಂಕು ವಿಷಮಾವಸ್ಥೆಗೇರಿದ್ದರೆ ನಾಲ್ಕುಗಂಟೆಗೊಮ್ಮೆ ನೀಡಬಹುದು, ಅಲ್ಲದೆ ಸ್ನಾಯುಗಳ ಮುಖಾಂತರ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಕೊಡಬಹುದು. ನಾಳದ ಮೂಲಕ ಕೊಡುವ ರಿವೆರಿನ್ (ಟೆರಾಮೈಸಿನ್) ಕೂಡ ಈಗ ದೊರಕುತ್ತದೆ.

ಲೆಡರ್‌ಮೈಸಿನ್ ಇತರ ಟೆಟ್ರಸೈಕ್ಲಿನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ರಕ್ತದ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ೩೦೦ ಮಿ.ಗ್ರಾಂ ಕ್ಯಾಪ್‌ಸೂಲನ್ನು ದಿನಕ್ಕೆರಡು ಬಾರಿ ಕೊಟ್ಟರೂ ಸಾಕು.

ಮೇಲಿನ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಸೋಂಕು, ನಾಯಿಕೆಮ್ಮು ಇವುಗಳಿಗೆ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ನಾಯಿಕೆಮ್ಮಿನ ಮೊದಲವಾರದಲ್ಲೇ ಈ ಔಷಧಿ ಆರಂಭಿಸಿದರೆ, ಅದರ ವಿಷಮತೆ ಬೇಗ ತಹಬಂದಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಕರುಳಿನ ಕಾಹಿಲೆಗಳಿಗೆ, ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಸೋಂಕಿಗೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಟೈಫಸ್‌ಜ್ವರ, ಲಿಂಫೋಗ್ರಾನ್ಯೂಲೋಮಾ ಮುಂತಾದ ಕಾಹಿಲೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಟೆಟ್ರಾಸೈಕ್ಲಿನ್‌ಗಳು ಬಹು ಉಪಯುಕ್ತ.

ಒಬ್ಬ ರೋಗಿಗೆ ಜ್ವರ ಕೆಮ್ಮು ಬಂದೊಡನೆ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್ ಕೊಡುವುದು

ಒಳ್ಳೆಯದಲ್ಲ. ಆ ಕಾಹಿಲೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ನಿಂದ ತಹಬಂದಿಗೆ ಬರುವುದಾದರೆ ಆ ಔಷಧಿಯನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ. ಒಂದು ವೇಳೆ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್ ಅಸಫಲವಾದರೆ, ಅಥವಾ ರೋಗಿ ಪೆನಿಸಿಲಿನ್‌ಗೆ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ ತೋರಿಸಿದರೆ, ಖಂಡಿತವಾಗಿಯೂ ಟೆರಾಮೈಸಿನ್ ಬಳಸಬೇಕು.

ಕೆಟ್ಟ ಪರಿಣಾಮಗಳು

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಈ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುವುದರಿಂದ ವಾಂತಿ, ತೊಳಸುವಿಕೆ ಹಾಗೂ ಭೇದಿ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಔಷಧಿಯ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚಾದಷ್ಟೂ ಈ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮಗಳೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತವೆ. ಅಣಬೆರೋಗ ಬಂದರೂ ಬರಬಹುದು.

ಕರುಳಿನ ಸಹಜ ಜೀವಾಣುಗಳು ಟೆಟ್ರಸೈಕ್ಲಿನ್‌ಗಳಿಂದ ನಾಶಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಅಣಬೆರೋಗದ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಈ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗೆ ಬಗ್ಗುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ ಅವು ಒಂದಕ್ಕೆ ನಾಲ್ಕರಷ್ಟು ವೃದ್ಧಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಕರುಳಿನ, ಬಾಯಿನ, ಹಾಗೂ ಯೋನಿಯ ಅಣಬೆರೋಗ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಣಬೆರೋಗದ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಸ್ಟಫಲೋಕಾಕಸ್ ಕ್ರಿಮಿಗಳೂ ಬೆಳೆದುವೆಂದರೆ, ಕರುಳಿನ ಉರಿಯೂತ ಅಥವಾ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳ ಉರಿಯೂತ ಉಂಟಾಗಿ ರೋಗಿಗೆ ವಿಷಮಸ್ಥಿತಿ ಉಂಟಾಗಬಹುದು. ಕರುಳಿನ ಸಹಜೀವಾಣುಗಳ ನಾಶದಿಂದ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಬಿ-ಕಾಂಪ್ಲೆಕ್ಸ್ ಕೊರತೆಯುಂಟಾಗಿ ಬಾಯಿ ಹುಣ್ಣು, ಅಜೀರ್ಣ ಇತ್ಯಾದಿ ತಲೆದೋರಬಹುದು.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕೆಂದರೆ ಇದು ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳ ಶಕೆ. ಜಗತ್ತಿನ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕಾಹಿಲೆಗೂ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು ಇದ್ದೇ ಇವೆ. ಆದರೆ ಜೀವರಕ್ಷಕವಾದ ಈ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಹದವರಿತು, ಅಗತ್ಯಬಿದ್ದಾಗ ಮಾತ್ರ ಬಳಸದೆ ಇದ್ದರೆ, ಇಂದಿನ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಇವೆಲ್ಲ ಔಷಧಿಗಳಿಗೂ ನಿರೋಧ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಾಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಆಗ ವಿಚ್ಛಿದ್ರಕಾರಕ ಬಾಂಬುಗಳಿಗಿಂತ ಕ್ರಿಮಿಗಳ ಕಾಟದಿಂದಲೇ ಜೀವಕೋಟಿ ನಾಶವಾಗಬಹುದು.

ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್‌ಗಳು ಮಾನವ ಕುಲಕ್ಕೆ ನೀಡಿದ ಸಹಾಯಹಸ್ತ ಅಪೂರ್ವವಾದುದು. ಅವುಗಳಿಂದಾಗಿ ಅಕಾಲಮರಣಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾಗಬಹುದಾದ ಕೋಟ್ಯನುಜೀವಿಗಳು ಬದುಕಿ ಉಳಿದಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಅವನ್ನು ಅಮೃತವೆಂದು ಎಂದೂ ಭಾವಿಸಬಾರದು. ಅಮೃತ-ವಿಷಗಳ ಸಂಗಮ ಆಂಟಿಬಯೋಟಿಕ್. ಅವುಗಳ ಒಳ್ಳೆಯ ಗುಣಗಳನ್ನು ಯೋಗ್ಯವಾಗಿ ಬಳಸಿದರೆ ಜೀವನ ಸಹ್ಯವೂ ಸುಂದರವೂ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಡಾ|| ಎ. ಸುಬ್ಬರಾವ್

ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

"ಹದಿನಾರು ವರ್ಷವಾದರೆ ಗಾರ್ದಭವೂ ರೂಪವತಿಯಾಗುತ್ತದೆ." ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಗಾರ್ದಭಗಳನ್ನು ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಿದ್ದ ಹೆಣ್ಣು ಶೋಡಷ ವರ್ಷವಾದೊಡನೆ ಸ್ತ್ರೀಯಾಗಿ ಎಲ್ಲರ ಕಣ್ಣಿನ ಸೂಜಿಗಲ್ಲಾಗಿ ಮಾನವನಲ್ಲೂ ಸೌಂದರ್ಯವಿದೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಡುತ್ತಾಳೆ. ಈ ರೀತಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದಲು, ಹೊಂದಿದ ಬದಲಾವಣೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಏರ್ಪಾಡಿನಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳೇ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು. ಕುಮಾರಿಯನ್ನು ಯುವತಿಯಾಗಿ ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ (Sex Hormones) ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವು. ಹಾಗೆಯೇ ಬೇರೆಬೇರೆ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳುಂಟು. ಮಿದುಳಿನ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯಿಂದ, ಗಂಟಲಿನ ಎರಡೂ ಕಡೆ ಯಿರುವ ಥೈರಾಯ್ಡ್ (Thyroid) ಗ್ರಂಥಿಯಿಂದ, ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್ (Pancreas) ಗ್ರಂಥಿಯಿಂದ, ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲುಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಂಥಿ (Suprarenal Glands) ಯಿಂದ........ಹೀಗೆ ಹಲವಾರು ಗ್ರಂಥಿಗಳಿಂದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ತಯಾರಾಗಿ ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಅನೇಕ ಕೆಲಸ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ನಡೆಯುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ.

ದೇಹದಲ್ಲಿ ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ನೇರವಾಗಿ ರಕ್ತಕ್ಕೆ ಪ್ರವಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಇರುವ ಗ್ರಂಥಿಗಳುಂಟು. ಈ ಗ್ರಂಥಿಗಳಿಗೆ ನಾಳಗಳಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಇವನ್ನು ನಿರ್ನಾಳ ಗ್ರಂಥಿ (Ductless Glands) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ತಯಾರಾಗಿ ರಕ್ತಕ್ಕೆ ನೇರವಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ ಆ ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲ, ದೇಹದ ಬೇರೆಬೇರೆ ಭಾಗಗಳು. ಈ ರೀತಿ ನಿರ್ನಾಳ ಗ್ರಂಥಿಗಳಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದುದು ಗ್ರೀಕಿನ ಹಾರ್ಮೋನ್ (Hormon) ಎಂಬ ಪದದಿಂದ. ಹಾಗೆಂದರೆ ಎಬ್ಬಿಸು, ಉತ್ತೇಜಿಸು ಎಂದರ್ಥ. ಈ ಅರ್ಥ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಳನ್ನೂ ವಿವರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಇನ್ನೊಂದು ಹೆಸರು "ರಾಸಾಯನಿಕ

ದೂತರು" (Chemical Messengers) ಎಂದು. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಅಷ್ಟೆ; ಬರೀ ಆಜ್ಞೆಯನ್ನು ಸಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೊತ್ತು ತರುವ ಕಾರ್ಯವಷ್ಟೆ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಕೆಲಸವಲ್ಲ. ಈ ಎರಡು ಹೆಸರುಗಳು ಇವುಗಳ ಎರಡು ಮುಖಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುವುವು.

ವಿಕಸನದ ಏಣಿಯಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ದೈಹಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಬುದ್ಧಿಯ ಮತ್ತು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಹತೋಟಿಗೆ ಒಳಪಟ್ಟಿರುತ್ತವೆ. ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಯೋಮಾನಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದರೆ, ಉಳಿದವುಗಳ ಬಿಡುಗಡೆ ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಕೆಲವು ರಸಾಯನವಸ್ತುಗಳ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿದೆ. ಇವುಗಳ ಬಿಡುಗಡೆಯ ಮೇಲೆ, ಅಥವಾ ಕಾರ್ಯದ ಮೇಲೆ ಬೌದ್ಧಿಕ ಹತೋಟಿಯಿಲ್ಲ. ಅಂದರೆ ಮಾನವ ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕೈಹಾಕಲಾರ. ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಹತೋಟಿ ಪ್ರಕೃತಿ ಮಾಡಿಟ್ಟಿರುವ, ಮಾನವನ ಹತೋಟಿಗೆ ಹೊರತಾದ, ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬಲ್ಲ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಹತೋಟಿ ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಕೆಳಮಟ್ಟಗ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವುದನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಬೆನ್ನೆಲುಬಿಲ್ಲದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಕೀಟಗಳ ಮತ್ತು ಗಟ್ಟಿ ಹೊದಿಕೆಯುಳ್ಳ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಅಭ್ಯಸಿಸಲಾಗಿದೆ. ಕಡೆಗೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಹತೋಟಿ ಇರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಕೆಳಮಟ್ಟದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಇದ್ದರೆ, ವಿಕಾಸದ ಮೆಟ್ಟಲನ್ನು ಹತ್ತುತ್ತ ಹೋದಂತೆ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಭಾವ ಹೆಚ್ಚುತ್ತ ಹೋಗುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಒಂದೇ ವಿಧದ ಶಕ್ತಿಯಿರುವ, ವಿವಿಧ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ತಯಾರಾದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದರಿಂದ ತಯಾರಾದ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಬೇರೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಾಗಲೂ ಅದು ಅದರ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಣೆ ಮಾಡಬಲ್ಲುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರರೋಗವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲ ಇನ್ಸುಲಿನ್ (Insulin) ಇಲಿಯಲ್ಲಿ, ಮೊಲದಲ್ಲಿ, ಕುರಿಯಲ್ಲಿ, ದನದಲ್ಲಿ, ಕಡೆಗೆ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ, ಎಲ್ಲವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ತಯಾರಾಗಿ, ಒಂದರ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಾಣಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಅದೇ ರೀತಿ ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರರೋಗ ತಡೆಯುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಉಳಿದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ಕೂಡ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಮುಂತಾದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತಯಾರು ಮಾಡಲು ಆಗದಿದ್ದರೂ, ಬೇರೆಬೇರೆ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಪಡೆದು ಔಷಧ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯುತ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಔಷಧ ರೂಪವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಹೆಚ್ಚು ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಆವಶ್ಯಕ.

ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ದೇಹ ಸರಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು, ಹಲವಾರು ಕ್ರಿಯೆಗಳು ಸರಿಯಾದ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಗೊತ್ತಾದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಬೇಕು. ಒಂದು ವಾದ್ಯವೃಂದದ ಸಂಗೀತ ಸೊಗಸಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ, ಕಿವಿಗೆ ಆಪ್ಯಾಯಮಾನವಾಗಿರಬೇಕಾದರೆ ಎಲ್ಲಾ ವಾದ್ಯಗಳನ್ನೂ ಸರಿಯಾಗಿ ನುಡಿಸುವುದಲ್ಲದೆ, ಆ ವಾದ್ಯಗಳನ್ನು ಕ್ಲುಪ್ತಕಾಲದಲ್ಲಿ ನುಡಿಸಬೇಕು, ಉಳಿದೆಲ್ಲ ವಾದ್ಯಗಳಿಗೂ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಇರಬೇಕು. ಇವುಗಳೆಲ್ಲವೂ ವಾದ್ಯವೃಂದದ ನಾಯಕನು ಹೇಳಿದಂತೆ ನಡೆದರೇನೇ ವಾದ್ಯವೃಂದ ಸಂಗೀತವನ್ನು ಹೊರಹೊಮ್ಮಿಸುವುದು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಅದು ಬರಿಯ ಶಬ್ದ ವೃಂದವಾಗುವುದು. ಇದರಂತೆಯೇ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಕೆಲಸಗಳೂ ಕೂಡ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಈ "ಹಾರ್ಮೋನಿನ ವಾದ್ಯವೃಂದ" ಕ್ಕೆ "ನಾಯಕ"ನುಂಟು. ಮಿದುಳಿನ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯೆಂಬ ಗ್ರಂಥಿಯೇ ಈ ನಾಯಕ. ಇದು ಮಿದುಳಿನ ತಳಭಾಗಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿದ್ದು, ಸುಲಭವಾಗಿ ಯಾರ ಕೈಗೂ ಸಿಗದಂತೆ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಪ್ರಕೃತಿಯು ಇದರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನು ಅರಿತು ಬಹಳ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟಂತಿದೆ. ಇದು ಸ್ರವಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಕೆಲಸ, ದೇಹದ ಉಳಿದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವುದೇ ಆಗಿದೆ. ಈ ಕಾರ್ಯದೊಂದಿಗೆ, ನೇರವಾಗಿ ದೇಹದ ಕೆಲಸ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕೈಹಾಕಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆಯಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯೂ ಉಂಟು. ಇದು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಯಜಮಾನನಾಗಿರಬಹುದು, ಆದರೆ ನಿರಂಕುಶಾಧಿಕಾರಿಯಲ್ಲ. ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯು ಸ್ರವಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇದರ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಮಾತಿಗೂ ಬೆಲೆಯುಂಟು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿದ್ದರೆ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಹೆಚ್ಚುವುದು; ಹಾಗೆಯೇ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾದಾಗ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು.

ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪಾಲ (Lobes) ಗಳುಂಟು. ಒಂದು ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ (Anterior Pituitary), ಇನ್ನೊಂದು ಹಿಂಭಾಗದ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ (Posterior Pituitary). ಇವೆರಡನ್ನೂ ಸೇರಿಸುವ ಮಧ್ಯಭಾಗ ಯಾವರೀತಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನೂ ಸ್ರವಿಸುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಉಳಿದ ಎರಡರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯೇ ಹಲವಾರು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾತ್ರ ಶುದ್ಧಪಡಿಸಿ ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯಾವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗ ಮಾಡ

ಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು ಲೈಂಗಿಕ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳು, ಅಂದರೆ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ತಯಾರಾಗುವಂತೆ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಜೀವಕೋಶ ಸಮುದಾಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು ಗೊನಡೊ ಟ್ರೊಪಿನ್ಸ್ (Gonadotropins) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪು ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮ ಕಾರ್ಯ (Metabolism) ದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು. ಇವುಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿಯಾಗಲಿ ಅಥವಾ ಥೈರಾಯ್ಡ್ (Thyroid)—ಗಂಟಲಿನ ಬಳಿ ಇರುವ ನಿರ್ನಾಳ ಗ್ರಂಥಿ—ಮತ್ತು ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿನ ಗ್ರಂಥಿಯಹೊರವೈ (Adrenal Cortex)ಗಳ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ ಸ್ರವಿಸುವ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಫಾಲಿಕಲ್—ಅಂಡಾಶಯದಲ್ಲಿನ ಮತ್ತು ವೃಷಣದಲ್ಲಿನ ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಶೇಷ ರಚನೆ—ಉತ್ತೇಜಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನು (Follicle Stimulating Hormone ಅಥವಾ FSH); ಇನ್ನೊಂದು ಲ್ಯೂಟನೈಸಿಂಗ್ ಹಾರ್ಮೋನು (Leutanising Hormone ಅಥವಾ LH). ಈ LH ಮತ್ತು ಇನ್ನೊಂದು ಮಧ್ಯಂತರ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಉತ್ತೇಜಕ ಹಾರ್ಮೋನು-(Interstitial Cell Stimulating Hormone ಅಥವಾ ICSH) ಎಂದು ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನೂ ಒಂದೇ ಇರಬಹುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಡಲಾಗಿದೆ. ಇವು ಮೂರರ ಕಾರ್ಯೋದ್ದೇಶ ಒಂದೇ: ಗರ್ಭೋತ್ಪತ್ತಿ. ಇದಾಗಲು ಪುರಷ ಮತ್ತು ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣುಗಳು ಬೆಳೆದು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಬೇಕು. ಅಲ್ಲದೆ ಪುರುಷ ಮತ್ತು ಸ್ತ್ರೀಯ ದೈಹಿಕ ರಚನೆ ಸರಿಯಾಗಿರಬೇಕು. FSH ಮತ್ತು LH (ಅಥವಾ ICSH) ಜೊತೆ ಜೊತೆಯಾಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸಿದ್ಧಿಸುತ್ತವೆ. ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣುವಿನ ತಯಾರಿಕೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಹೀಗಿದೆ: ಅಂಡಾಶಯದಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶಗಳ ವಿಶೇಷ ರಚನೆಯುಂಟು. ಈ ಒಂದೊಂದು ರಚನೆ ಒಂದೊಂದು ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣುವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಲ್ಲುದು. ಇಂಥಾ ಜೀವಕೋಶ ರಚನೆ (Overian Follicle) ಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ FSH ನಿಂದ ಉತ್ತೇಜನಗೊಂಡು ಪ್ರವರ್ಧಮಾನಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಅಂಡ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಅಂಡವಿಸರ್ಜನೆ ಸುಮಾರು ೨೮ ದಿನಗಳಿಗೆ—ಒಂದು ಮಾಸಿಕ ಚಕ್ರ (Menstrual Cycle) ದಲ್ಲಿ—ಒಂದು ಬಾರಿ ಮಾತ್ರ. ವಿಸರ್ಜನೆಯಾದ ಖಾಲಿ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಹೊಸರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶ ಗುಚ್ಛ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಕಾರ್ಪಸ್ ಲ್ಯೂಟಿಯಂ (Corpus luteum) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಗಂಡಿನಲ್ಲಿಯೂ ಪುರುಷ ಬೀಜಾಣುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶಗಳ (Male germ cells) ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು FSH

ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತದೆ. ICSH ಆದರೋ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಸ್ರವಿಸುವ ವೃಷಣದಲ್ಲಿನ ಮಧ್ಯಂತರ ಜೀವಕೋಶಗಳ, ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಪಸ್ ಲ್ಯೂಟಿಯಂಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಹೊತ್ತಿದೆ. ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಈ ಗೊನಡೊಟ್ರೊಪಿನ್‌ಗಳ ಕೆಲಸ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ೧೦-೧೨ ವರ್ಷಗಳ ಅನಂತರ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವು ಹೀಗೆ ಹೆಣ್ಣು ಗಂಡುಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಯಸ್ಥರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನೇರ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ.

ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹಾಲಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಚೋದಕ ಅಥವಾ ಪ್ರೋಲಾಕ್ಟಿನ್ (Prolactin) ಹಾರ್ಮೋನು ಕೂಡ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಸಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಂದರೆ ಮಗು ಹುಟ್ಟುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿ ತಾಯಿಯಲ್ಲಿ ಎದೆಹಾಲು ಸ್ರವಿಸಲು ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತದೆ. ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯನ್ನು ಮರಿ ಹಾಕುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ತೆಗೆದು ಹಾಕಿದರೆ ಆ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ನೈಜ ಮಾತೃಮಮತೆ (Maternal Instinct) ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಹಾಲು ಊಡುವುದು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂಥ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಮತ್ತೆ ಈ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿನ ಮೂಲಕ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳಿಗೆ ಮತ್ತೆ ನೈಜ ಮಾತೃಮಮತೆ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಹಕ್ಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗ ನಡೆಸಿದರೆ ಅವು ಹುಲ್ಲು, ಉಣ್ಣೆ ಮುಂತಾದ ಮೆದು ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಗೂಡುಕಟ್ಟುವುದೇ ಮೊದಲಾದ ಮಾತೃಸಹಜ ಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಶಿಶುವಿಗೆ ಮೊಲೆ ಊಡುವುದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಹಾರ್ಮೋನು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಯವಾಗಿರುವುವು ಮೂರು. ಮೊದಲನೆಯದು ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿರುವ ಗ್ರಂಥಿಯ (Supra-renal gland) ಹೊರಮೈಯಿಂದ ಬರುವ ಕಾರ್ಟಿಕಲ್ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅಡ್ರೆನೊ ಕಾರ್ಟಿಕೊ ಟ್ರೊಪಿಕ್ ಹಾರ್ಮೋನು (Adreno Cortico Tropic Hormone ಅಥವಾ ACTH) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಇದೇ ರೀತಿ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವ ಥೈರೋಟ್ರೊಪಿಕ್ (Thyrotropic) ಹಾರ್ಮೋನು. ಮೂರನೆಯದು ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನು (Growth Hormone).

ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದುದು. ಈ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಪರಿಶುದ್ಧರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆದು ಅದರ ರಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಜೀವಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಪರಿಣಾಮಕಾರಕಶಕ್ತಿ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಾಗ ಅವುಗಳ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಹೆಚ್ಚಿ, ದೇಹದ ಎತ್ತರ, ತೂಕ, ಅಂದರೆ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು

ವುದು. ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಕೊಟ್ಟರೆ ಅವುಗಳ ಮೂಳೆ ತುಂಬಾ ಉದ್ದವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವುದು. ಕಾರಣಾಂತರದಿಂದ ಈ ಹಾರ್ಮೋನು, ಮನುಷ್ಯ ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಹೆಚ್ಚು ತಯಾರಾದರೆ ಆತ ತೀರ ಎತ್ತರವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ರಾಕ್ಷಸ ದೇಹಿಯಾಗುವನು. ಹಾಗೆಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅವನ ಎಲ್ಲಾ ಅಂಗಾಂಗಗಳೂ ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವುವೆಂದಾಗಲಿ, ಅಥವಾ ಅವನಲ್ಲಿ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳು ಹೆಚ್ಚುವುವೆಂದಾಗಲಿ ಅಲ್ಲ. ಆತನಿಗೆ ರಾಕ್ಷಸಾಕೃತಿ ಇದ್ದೀತೇ ವಿನಃ ರಾಕ್ಷಸ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬಂದಮೇಲೆ ಈ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಮುಖದಲ್ಲಿ—ಮೂಗು, ಗಲ್ಲ, ಚರ್ಮ ಗಳಲ್ಲಿ—ಅನೇಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗಿ ಅಕ್ರೊಮೆಗಲಿ (Acromegaly) ಎಂಬ ಕುರೂಪತನ ಬರುವುದು.

ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಇಲ್ಲದೆ ದೇಹ ಕುಳ್ಳಾಗಿ, ಲೊರೇನ್ (Lorain) ರೀತಿಯ ಅಥವಾ ಫ್ರಾಲಿಕ್ (Fröhlich) ರೀತಿಯ ಕುಬ್ಜತನ ಬರುವುದು. ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ದೇಹದ ಎಲ್ಲ ಅಂಗಾಂಗಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಸರಿಯಾಗಿದ್ದು ಅಂತಹವರು ಬುದ್ಧಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಮಾನ್ಯರನ್ನೇ ಹೋಲುತ್ತಾರೆ. ಫ್ರಾಲಿಕ್ ರೀತಿಯ ಕುಬ್ಜರ ರೀತಿಯೇ ಬೇರೆ. ಅವರಿಗೆ ಅತಿ ನಿದ್ರೆ, ಆಲಸ್ಯ; ಕೊಬ್ಬು ಅತಿಯಾಗಿ ಸೇರಿ ಭಾರವಾದ ದೇಹವುಳ್ಳವರಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಡಿಕನ್ಸ್‌ರವರ "ಪಿಕ್‌ವಿಕ್ ಪೇಪರ್"ನಲ್ಲಿ ಬರುವ "ಬೊಜ್ಜು ಹುಡುಗ" (Fat Boy) ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವನು.

ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಶಾಲವಾದುದು. ಇದರ ಕಾರ್ಯವ್ಯಾಪ್ತಿ ಎಲ್ಲ ಅಂಗಾಂಗಗಳಿಗೂ ಹರಡಿದೆ. ಇದು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಯಲ್ಲೂ ಕಾರ್ಬೋಹೈಡ್ರೇಟ್, ಕೊಬ್ಬು ಮತ್ತು ಅದರ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳ ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲೂ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಆದುದ ರಿಂದಲೇ ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಅಭಾವ ಅಥವ ಅತಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯ ಪರಿಣಾಮ ತುಂಬಾ ಗುರುತರ.

ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಈ ಎಲ್ಲ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ಪ್ರೊಟೀನಿನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು, ಶುದ್ಧಪಡಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ರಸಾಯನ ಗುಣ ವಿಶೇಷಗಳ ಪರಿಚಯ ತುಂಬಾ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಹಿಂದಣ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ವಾಸೊಪ್ರೆಸಿನ್ (vasopressin) ಮತ್ತು ಆಕ್ಸಿಟೊಸಿನ್ (oxytocin), ಇವೆರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಹಿಂದಣ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ (posterior pituitary)ಯಲ್ಲಿ ತಯಾರಾದ

ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು. ಇವು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಲ್ಲವಾದರೂ, ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿಂದಲೇ ರಚಿತವಾಗಿವೆ. ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಎಂಟು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಿದ್ದು ಅವುಗಳ ನಡುವೆ ಹೆಚ್ಚು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಈ ಎರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಕೆಲಸ ತೀರ ಭಿನ್ನವಾದವು. ಮೊದಲನೆಯದಾದ ವಾಸೊಪ್ರೆಸಿನ್ನು ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ನೀರು ಹೋಗುವುದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುತ್ತದೆ. ಅದಕ್ಕೋಸ್ಕರವೇ ಇದನ್ನು ಆಂಟಿಡೈಯುರೆಟಿಕ್ ಹಾರ್ಮೋನು(Anti-diuretic Hormone ಅಥವಾ ADH) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಮೂತ್ರ ಸಿದ್ಧವಾಗುವ ಮಾರ್ಗ ಎರಡು ಮೆಟ್ಟಲಿನದು. ಮೊದಲನೆಯದು ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಪ್ರೋಟೀನನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದೆಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳೊಂದಿಗೆ ನೀರು ಮೂತ್ರ ಜನಕಾಂಗದಲ್ಲಿನ ವಿಶೇಷ ಪೊರೆಯನ್ನು ಹಾದುಹೋಗಿ, ಸೋಸಿಬಂದ ದ್ರಾವಣ (Glomerular filtrate) ಆಗುವುದು. ಅನಂತರ ಈ ಸೋಸಿಬಂದ ದ್ರಾವಣದಲ್ಲಿನ ದೇಹಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು, ಬೇಕಾಗುವಷ್ಟನ್ನು ಹೀರಿಕೊಂಡು ಮತ್ತೆ ರಕ್ತಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸುವುದು. ಹೀರಿಕೊಳ್ಳದೆ ಉಳಿಯುವುದೇ ಮೂತ್ರವಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಹೋಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸು ನೂರಕ್ಕೆ ನೂರುಪಾಲು, ನೀರು ನೂರಕ್ಕೆ ತೊಂಬತ್ತೆಂಟು ಪಾಲು. ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಸರಿಯಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ, ಸರಿಯಾದ ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಲು ವಾಸೊಪ್ರೆಸಿನ್ ಬೇಕು. ಇದೇನಾದರೂ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ನೀರು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ನೀರು ಹೆಚ್ಚು ಹೋಗಿ ಅತಿಮೂತ್ರರೋಗ (Diabetic Insipidus) ವಾಗುವುದು.

ಆಕ್ಸಿಟೊಸಿನ್ ಹಾರ್ಮೋನು ಮೃದುಸ್ನಾಯುಗಳು ಸಂಕುಚಿತಗೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಗರ್ಭಸ್ಥಶಿಶು ಗರ್ಭಕೋಶದಿಂದ ಈಚೆಗೆ ಬರಲು ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ರಿಯೆ ಆವಶ್ಯಕ. ಆದುದರಿಂದ ಇದರ ಮುಖ್ಯ ಕೆಲಸ ಶಿಶುವಿನ ಜನನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ. ಇದರ ಇನ್ನೊಂದು ಕ್ರಿಯೆ ಎದೆಯ ಹಾಲನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿ ಹೊರ ಚಿಮ್ಮಿಸುವುದು.

ಈ ಎರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಅಣುರಚನಾ ಸಾದೃಶ್ಯತೆ–ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿ ಇರುವ ಎಂಟು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಆರು ಎರಡರಲ್ಲಿಯೂ ಇವೆ–ಒಂದು ಹಾರ್ಮೋನಿಗೆ ಇನ್ನೊಂದರ ಶಕ್ತಿ ಇರುವಂತೆ ಮಾಡಿದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನುಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಇದುವರೆವಿಗೂ ಕೃತಕವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಿಲ್ಲ. ಚೈನಾದೇಶದವರು ಇನ್ಸುಲಿನನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದ್ದಾರೆಂದು ಇತ್ತೀಚಿನ ವದಂತಿ. ಆದರೆ ಎಂಟು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳುಳ್ಳ ವಾಸೊಪ್ರೆಸಿನ್ನಿನ ಸಂಶ್ಲೇಷಣೆಯ ಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದವರು ಡು ವಿಗ್‌ನಿಯಾಡ್ (du Vigneaud) ಎಂಬುವರು. ಅವರಿಗೆ ಈ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ.

ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್‌ನ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ಹೆಚ್ಚು ವಿವರವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಿರುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲಿ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಒಂದು. ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಸಿನಾರ್ಳ ಗ್ರಂಥಿ ಮೇದೋಜೀರಕ ಅಥವಾ ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್ (Pancreas). ಈ ಗ್ರಂಥಿ ಜೀರಕ ರಸವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದರೊಂದಿಗೆ ಎರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು, ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರರೋಗವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲ ಇನ್ಸುಲಿನ್.

ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್ ಜೀರಕ ರಸಗಳನ್ನು ಸ್ರವಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಬಾಕಿ ಜೀವಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮುಖ್ಯಪಾತ್ರ ವಹಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಪ್ಪತ್ತೇಳು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಕೀರ್ತಿ ಮೇರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಮಿಂಕೋಸ್ಕಿ (Mehring ಮತ್ತು Minkowski) ಯವರಿಗೆ ಸಲ್ಲತಕ್ಕುದು. ಅವರು ನಾಯಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಮೇದೋಜೀರಕಾಂಗವನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದುಹಾಕಿ ಆ ನಾಯಿಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ ಅವು ಸಿಹಿಮೂತ್ರರೋಗದ ಲಕ್ಷಣಗಳಾದ, ಅತಿಮೂತ್ರ, ಸಕ್ಕರೆ ಹೋಗುವುದು, ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸ್ ಹೆಚ್ಚುವುದು, ಬಾಯಾರಿಕೆ, ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸಿಗೂ ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಪರಿಣಾಮಕ್ರಿಯೆಗೂ ಇರುವ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧ ಹೊರಬಿತ್ತು. ಈ ರೋಗವನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಲು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಕಂಡು ಹಿಡಿದವರು, ಬ್ಯಾಂಟಿಂಗ್ ಮತ್ತು ಬೆಸ್ಟ್ (Banting ಮತ್ತು Best). ಇವರು ೧೯೨೧ರಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸನ್ನು ಶೀತಮಾಡಿ ನೀರಿನೊಂದಿಗೆ ಅರೆದು ಶೋಧಿಸಿ ಬಂದ ದ್ರಾವಣವನ್ನು ಚುಚ್ಚುಮದ್ದಿನ ಮೂಲಕ ರೋಗಿಗೆ ಕೊಟ್ಟರು. ಅದರಿಂದ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತಲ್ಲದೆ ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಹೋಗುವುದೂ ನಿಂತಿತು. ಉಳಿದ ಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಅತಿಮೂತ್ರ, ಅತಿಬಾಯಾರಿಕೆ ಮುಂತಾದುವುಗಳೂ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುವು ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಡಯಾಬಿಟೀಸ್ ರೋಗದ ಕರಾಳ ನೃತ್ಯವನ್ನು ತಡೆಹಿಡಿದು ಸಾವಿನ ದವಡೆಯಿಂದ ಲಕ್ಷಾಂತರ ರೋಗಿಗಳನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡಿದರು. ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಇಂಥ ಮಹತ್ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಕೊಡಲಾಯಿತು.

ಅನಂತರದ ಪ್ರಗತಿ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚು ವೇಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಈ ರಸಾಯನವಸ್ತುವನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದೂ, ಶುದ್ಧ ಮಾಡುವುದೂ, ಇಂಜಕ್ಷನ್ ಮೂಲಕ ಕೊಡಬಹುದಾದಷ್ಟು ಪರಿಶುದ್ಧ ರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವುದೂ ಬಹಳ ಕಷ್ಟಕ್ರಿಯೆಗಳಾದರೂ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆದು ಐದಾರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಇನ್‌ಸುಲಿನನ್ನು ಪರಿಶುದ್ಧ ಹರಳಿನ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯುವಂತಾಯಿತು. ಅದರ ಗುಣ ರೂಪಗಳ ಪರಿಚಯ ಈಗ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ.

ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್‌ನ ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ (Islets of Langerhans) ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಗುಂಪಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯದನ್ನು ಗ್ರೀಕ್ ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯ ಆಲ್ಫ ಎಂದೂ, ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಬೀಟಾ ಎಂದೂ ಕರೆಯಲಾಗಿದೆ. ಬೀಟಾ ಜೀವಕೋಶಗಳೇ ಈ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು. ಈ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ನಾಶಪಡಿಸುವ ಅಲೊಕ್ಸಾನ್ (Alloxan) ಎಂಬ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುವನ್ನು ದೇಹಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟರೆ ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರರೋಗದ ಎಲ್ಲಾ ಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಸಾಕಷ್ಟು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಉಳಿದ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹೋಗುವುದು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಯಕೃತ್ತಿನಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೈಕೊಜನ್ ಒಡೆದು ಗ್ಲೂಕೋಸು ಆಗಿ ರಕ್ತಕ್ಕೆ ಬರುವುದು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಿ ಅದು ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಗ್ಲೂಕೋಸು ತಾನೂ ಹೋಗುವುದಲ್ಲದೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ನೀರನ್ನೂ, ಉಪ್ಪುಗಳನ್ನೂ ಎಳೆದುಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ನಂಬಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳು ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಅಣುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ದೇಹದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಪಾತ್ರ ಹಿರಿದು. ಆ ವಸ್ತುವಿನ ವಿಲೇವಾರಿಯಲ್ಲಿ, ಬಳಸುವುದರಲ್ಲಿ ಏರುಪೇರಾದರೆ ಅದರಿಂದ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೀತಿಯ ಆಂದೋಳನವಾಗುತ್ತದೆ; ಉಳಿದೆಲ್ಲ ರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೂ ಅದರ ಪ್ರಭಾವ ನೇರವಾಗಿಯಾಗಲೀ, ಪರೋಕ್ಷವಾಗಿಯಾಗಲಿ ಬೀಳುತ್ತದೆ. ದೇಹ, ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಕೂಡಿಟ್ಟ ಕೊಬ್ಬನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕೊಬ್ಬಿನಲ್ಲಿರುವ ಫ್ಯಾಟಿ ಆಮ್ಲ (Fatty acid) ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣಹೊಂದಿ ಅಸಿಟೇಟ್ (Acetate) ಎಂಬ ಎರಡೇ ಇಂಗಾಲದ ಪರಮಾಣು ಇರುವ ವಸ್ತುವಾಗಿ, ಅನಂತರ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಹೊಂದಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಆಗಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಆಗಲು ತಕ್ಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಇದೆ. ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಉತ್ಕರ್ಷಣಕಾರ್ಯವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಪರಿಣಾಮ ಕ್ರಿಯೆ ಸರಿಯಾಗಿ ನಡೆಯದೆ ಇರುವಾಗ ಈ ಅಸಿಟೇಟಿನ ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಇನ್ಸುಲಿನ್ನಿನ ಅಭಾವದಲ್ಲಿ ಅಸಿಟೇಟಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಮಾತ್ರ ಹೆಚ್ಚಿ, ಬಳಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಅಸಿಟೇಟಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅಸಿಟೇಟುಗಳು ಸೇರಿ ಬೇಡದ ವಸ್ತುಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗದ ಕೊಲೆಸ್ಟೆರಾಲ್ (Cholesterol) ಒಂದು. ಇದು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಇರಬೇಕಾದ ಮಟ್ಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿ, ಬರಬರುತ್ತಾ ರಕ್ತನಾಳದಲ್ಲಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಶಕ್ತಿ (Elasticity) ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಲ್ಲದೆ ನಾಳದ ಅಗಲ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ರಕ್ತ ಹರಿಯಲು ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡ ಬೇಕಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕಡೆಗೆ ಆ ನಾಳ ಮುಚ್ಚಿಕೊಂಡು ಆ ಅಂಗಕ್ಕೆ ರಕ್ತ ಸಂಚಾರವಿಲ್ಲದೆ ಅದು ನಾಶವಾಗ

ಬಹುದು. ಆ ಅಂಗ ಹೃದಯವಾದರೆ ತಕ್ಷಣವೇ ಹೃದಯ ವಿಕಾರದಿಂದ ಜೀವ ನಾಶವೂ ಸಾಧ್ಯ. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳ ತೀವ್ರತೆ ಇನ್ಸುಲಿನ್ನಿನ ಅಭಾವ ಎಷ್ಟು, ಎಷ್ಟು ಕಾಲದಿಂದ ಇದೆ ಎಂಬುದನ್ನನುಸರಿಸುತ್ತದೆ. ಇನ್ಸುಲಿನ್ನಿನ ಅಭಾವ ತೀರಹೆಚ್ಚಿದಾಗ, ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ತೀರ ಕೆಟ್ಟು ಅಸಿಟೇಟಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಿ, ಅಸಿಟೇಟಿನ ಅಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಅಸಿಟೊ ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Aceto acetic acid) ಮತ್ತು ಅಸಿಟೋನ್ (Acetone) ಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳು ದೇಹಕ್ಕೆ ತುಂಬಾ ಅಪಾಯಕಾರಿ.

ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಒಂದು ಪ್ರೋಟೀನು. ಇದರ ಅಣುರಚನೆಯ ವಿವರಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಸ್ಯಾಂಗರ್ (Sanger) ಎಂಬ ಆಕ್ಸ್‌ಫರ್ಡ್ಡಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಅದರ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಯಾವ ಯಾವ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಇವೆ, ಅವುಗಳ ಅನುಕ್ರಮ (Sequence) ಏನು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಪಡೆದನು. ಇದರ ಅಣುರಚನೆಯ ಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ರ ಗೊತ್ತಿದ್ದರೂ ಇದು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ, ಅದರ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೊಂದು ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಮಾಲೆಯಿದೆಯಲ್ಲ ಅವೆಲ್ಲವೂ ಬೇಕೊ, ಅಥವಾ ಅಣುವಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗ ಸಾಕೊ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಉತ್ತರ ದೊರಕಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಇದು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಮಾರ್ಗ ಯಾವುದು ಎಂಬುದೂ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕಾಗಿ ರಾಶಿರಾಶಿ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಗ್ಲೂಕೋಸು ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಹೊಂದಲು ಮೊದಲನೆಯ ಹೆಜ್ಜೆ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಫಾಸ್ಫೇಟು (Glucose Phosphate) ಆಗಬೇಕು, ಇದು ತಯಾರಾಗಲು ಒಂದು ಎಂಜೈಮು (Enzyme) ಬೇಕು, ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನು ಈ ಎಂಜೈಮಿಗೆ ಕೈ ಬೇಡಿ ಹಾಕಿಟ್ಟು ಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ, ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಈ ಬೇಡಿ ಬಿಚ್ಚಿ ಗ್ಲೂಕೋಸು ದೇಹದ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಲು ಅನುವು ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಕೆಲವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಈ ರೀತಿ ಇರಬಹುದೆಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಪುರಾವೆ ಸಿಕ್ಕರೂ ಇದೇ ಇರಬೇಕು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಸಾಕ್ಷಿ ಇನ್ನೂ ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಇನ್ನು ಕೆಲವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಹೀಗಿದೆ: ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಜೀವಕೋಶದ ಹೊರ ಪೈಯಿನ (membrane) ಗುಣ ಬದಲಾವಣೆ ಮಾಡಿ, ಗ್ಲೂಕೋಸು ಅದರ ಮೂಲಕ ಜೀವಕೋಶಕ್ಕೆ ಹೋಗಲು ಅನುಕೂಲ ಮಾಡಿಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಸಾಕಾದಷ್ಟು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಜೀವ ಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹೋಗದೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಈ ವಿವರಣೆಯೂ ಅಷ್ಟು ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿಲ್ಲ.

ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ವಸ್ತುವಾದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಬಾಯಿಯ ಮೂಲಕ ಆಹಾರದಂತೆಯೇ ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ ಅದು ಜೀರ್ಣವಾಗಿ ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ "ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರ ರೋಗಿಗಳು" ಇದನ್ನು ಇಂಜೆಕ್ಷನ್

ಮೂಲಕವೇ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಸ್ವಲ್ಪಹೊತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೇ ಅದು ರಕ್ತಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ತನ್ನ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಹುಭಾಗ ಕಳೆದುಕೊಂಡು ಬಿಡುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಹೊತ್ತು ಇರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹೀಗಾಗಿ ಪದೇ ಪದೇ ಇನ್ಸುಲಿನ್ನಿನ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ಅನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳು ವಂತೆ, ಅದನ್ನು ಬೇರೆ ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಮತ್ತು ಸತುವಿನೊಂದಿಗೆ ಸೇರಿಸಿ ಔಷಧವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಇನ್ಸುಲಿನ್ ರೀತಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ, ಬಾಯಿಯ ಮುಖಾಂತರ ಗುಳಿಗೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲ ಔಷಧಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ.

ಸುಮಾರು ನೂರು ಮಿಲಿಲೀಟರು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ನೂರು ಮಿಲಿಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ಗ್ಲೂಕೋಸು ಇರಬೇಕು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ತೀರ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ತುಂಬಾ ತೊಂದರೆ. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಮಿದುಳು ಈ ಕೊರತೆಗೆ ತುಂಬಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮ. ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟ ತುಂಬಾ ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ಜ್ಞಾನ ತಪ್ಪಿಹೋಗಬಹುದು. ಅದಕ್ಕೋಸ್ಕರವೇ ಸಿಹಿ ಮೂತ್ರರೋಗಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಇನ್ಸುಲಿನ್‌ಅನ್ನು ಮನೆಯಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಆಫೀಸಿಗೋ ಕೆಲಸಕ್ಕೋ ಹೊರಟು ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನ ತಪ್ಪಿ ಬಿದ್ದುಬಿಡುವು ದುಂಟು. ಅಂಥವರು ಅವರ ಜೇಬಿನಲ್ಲಿ ಒಂದಷ್ಟು ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನೂ, ತಾವು ಸಿಹಿಮೂತ್ರರೋಗಿಯೆಂಬ ವಿಷಯವನ್ನು ಬರೆದಿಟ್ಟ ಕಾಗದವನ್ನೂ ಇಟ್ಟುಕೊಂಡಿರ ಬೇಕು. ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರಮಾದವಾದಾಗ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಹೋಗುವವರು ಗ್ಲೂಕೋಸು ನುಂಗಿಸಿ ಅಪಾಯವಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಕಾರಣದಿಂದ ಜ್ಞಾನ ತಪ್ಪಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ತುಂಬಾ ಹೊತ್ತು ಹಿಡಿದು ಅಷ್ಟರಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಾಣಕ್ಕೆ ಅಪಾಯವಾಗಬಹುದು.

ಗ್ಲೂಕಗಾನ್ (Glucagon) ಎಂಬುದು ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್ ಸ್ರವಿಸುವ ಇನ್ನೊಂದು ಹಾರ್ಮೋನು. ಇದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದುದೂ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ. ಇದರ ಶಕ್ತಿ ಇನ್ಸುಲಿನ್ನಿಗೆ ತದ್ವಿರುದ್ಧ. ಇದನ್ನು ದೇಹಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟರೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಂದರೆ ಇನ್ಸುಲಿನನ್ನು ಎದುರಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯಿದೆ ಎಂದಲ್ಲ. ಇದು ಯಕೃತ್ತಿನಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೈಕೊಜನ್ ಒಡೆದು ಗ್ಲೂಕೋಸು ಆಗುವ ರಸಾಯನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಉತ್ತೇಜಕದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿ ಯಾಸ್‌ನಲ್ಲಿನ ಆಲ್ಫ ಜೀವಕೋಶ ಸಮುದಾಯದಿಂದ ಸ್ರವಿಸಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಇದೂ ಒಂದು ಪ್ರೋಟೀನು. ಇದರ ಅಣುವಿನಲ್ಲಿನ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ಯಾವ ಕ್ರಮ ದಲ್ಲಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ.

ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹಾರ್ಮೋನು

ದೇಹದ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಅನೇಕ ರಸಾಯನ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಅವು

ಗಳಲ್ಲಿ ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಉತ್ಕರ್ಷಕ ರಸಾಯನ ಕಾರ್ಯವೂ ಒಂದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯನವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ದೇಹದ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತದೆ. ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿ, ತಾನು ತಯಾರಿಸುವ ಥೈರಾಕ್ಸೀನ್ (Thyroxine) ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಮುಖಾಂತರ ಈ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ.

ಈ ಗ್ರಂಥಿ ಇರುವುದು ಶ್ವಾಸನಾಳದ ಎರಡು ಕಡೆ. ಇದು ಸ್ರವಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನು, ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್,ಪ್ರೋಟೀನಿನ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದುದು. ಅಂತಹ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳಲ್ಲಿ ಟೈರೊಸೀನ್ (Tyrosine) ಎಂಬುದು ಒಂದು. ಈ ಟೈರೊಸೀನ್ ಹಲವಾರು ರಸಾಯನ ಬದಲಾವಣೆಹೊಂದಿ ಅಯೊಡೀನಿನೊಂದಿಗೆ (Iodine) ಸೇರಿ ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ಆಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಊಟದಲ್ಲಿ ಪರಿಶುದ್ಧ ಅಡಿಗೆ ಉಪ್ಪು—ಸೋಡಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡು (Sodium chloride)-ಮಾತ್ರ ಇದ್ದರೆ ಸಾಲದು. ಐಯೊಡೈಡ್ (Iodide) ಕೂಡ ಇರಬೇಕು. ಐಯೊಡೈಡಿಗೂ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಗೂ ತುಂಬಾ ಸ್ನೇಹ. ನಾವು ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಐಯೊಡೈಡು ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗ ಈ ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸಿ ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ತಯಾರಿಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಈ ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲಿ ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ಅಲ್ಲದೆ ಅಯೋಡಿನ್ ಹೊಂದಿದ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಇನ್ನೊಂದು ರಸಾಯನ ವಸ್ತುವೂ ಉಂಟು. ಅದನ್ನು ಟ್ರೈಅಯೊಡೊ ಥೈರೊನೀನ್ (Triiodo thyronine) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಸ್ತು ವಿಗೂಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಶಕ್ತಿಯುಂಟು. ಇವೆರಡೂ ಥೈರಾಯ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿಯ ಥೈರೊಗ್ಲಾಬ್ಯುಲಿನ್ (Thyroglobulin) ಎಂಬ ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ.

ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಐಯೊಡೈಡ್‌ನ ಸರಬರಾಜನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಇದು ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಇರದಿದ್ದರೆ ಈ ಗ್ರಂಥಿಯೇ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಇರುವ ಐಯೊಡೈಡ್ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ತರಹದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲವಿದ್ದರೆ ಈ ಗ್ರಂಥಿ ತುಂಬಾ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಗಳಗಂಡ (Goitre) ಆಗುವುದು. ಗಳಗಂಡ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಅಯೋಡೀನಿನ ಅಭಾವ ವೊಂದೇ ಅಲ್ಲ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಷ ವಸ್ತುಗಳೂ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವುಗಳು ಗಂಧಕವನ್ನು ಹೊಂದಿದ ಥಯೊಯುರಾಸಿಲ್ (Thiouracil), ಥಯೊಯೂರಿಯಾ (Thiourea) ಮುಂತಾದುವುಗಳು. ಈ ರೀತಿಯ ವಸ್ತುಗಳು ಕೆಲವು ಆಹಾರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಉಂಟು. ಟರ್‌ನಿಪ್ (Turnip) ನಲ್ಲಿರುವ ಗಳಗಂಡ ತರುವ ರಸಾಯನ ವಸ್ತು (Goitrogen) ಥಯೋಯೂರಿಯಾದ ಸಮೀಪ ಬಂಧು.

ಅಯೊಡೀನಿನ ಮತ್ತು ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧದ ಕಾರಣ ಗಳಗಂಡ ಸ್ಥಳಿಕ ವ್ಯಾಧಿ (Endemic) ಯಾಗಿದೆ. ಅಂಥ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣ

ವಾಗಿ ಐಯೊಡೀನ್ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಅಲ್ಲಿಯ ಜನ ಗಳಗಂಡ ತರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಆಹಾರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸೇವಿಸಬಹುದು. ಅಡುಗೆಯ ಉಪ್ಪಿನೊಂದಿಗೆ ಐಯೊಡೈಡನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ ಗಳಗಂಡ ಈ ರೀತಿಯ ಸ್ಥಳಿಕ ಖಾಯಿಲೆಯಾಗಿ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಎಲ್ಲಾ ಖಾಯಿಲೆಗಳಂತೆಯೇ ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಥವಾ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಹೆಚ್ಚು ಹಾರ್ಮೋನು ಆದ ಖಾಯಿಲೆಯಲ್ಲಿ (Hyperthyroidism) ರೋಗಿಯ ಆಧಾರ ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮ ವೇಗ* (Basal Metobolic Rate ಅಥವಾ BMR) ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂದರೆ ದೇಹದ ಶಕ್ತಿಯ ಖರ್ಚು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಂತಹ ರೋಗಿಗಳ ತೂಕ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆತ ಸುಲಭ ಉದ್ರೇಕ, ಮೇಲುಸಿರುಗಳಿಂದ ನರಳುತ್ತಾನೆ. ಆತನ ಕಣ್ಣಿನ ಗುಡ್ಡೆಗಳು ಮುಂದೆ ಬರುತ್ತವೆ.

ಇದರ ವಿರುದ್ಧದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿಯಂತೂ ಬಹಳ ಹಾನಿಕರ. ಹುಟ್ಟಿದ ಮೊದಲು ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ತಿಂಗಳು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತೋರಿಬರದೆ ಇದ್ದರೂ ಅನಂತರ ಆ ಮಗುವಿನ ಚರ್ಮ ಹಳದಿಯಾಗಿ ಒಡೆದು ಒರಟಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಬೆಳವಣಿಗೆ ನಿಂತು ಕುಳ್ಳನಾಗುತ್ತಾನೆ, ವಯಸ್ಸಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಬುದ್ಧಿಯು ಬೆಳೆಯದೆ ಹೆಡ್ಡನಾಗುತ್ತಾನೆ. ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕ್ರಿಟನಿಸಂ (Critinism) ಅಥವಾ ಗಂಡಮಾಲೆಗೂಡಿದ ಕುರೂಪಿ ಹೆಡ್ಡತನ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಬೆಳೆದವರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಕಾರಣದಿಂದ ಲಾದರೂ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ (Hypothroidism) ಆದರೆ ಆಗ ಮಿಕ್ಸಡೀಮ (Myxoedema) ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಖಾಯಿಲೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಂಥವರ BMR ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಬೊಜ್ಜು ಬಂದು ಮೈಯ ತೂಕ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಕೈ ಮತ್ತು ಮುಖ ಊದಿಕೊಂಡ ಹಾಗಾಗುತ್ತವೆ, ಮುಖದ ಚರ್ಮ ದಪ್ಪಗೆ ಆಗುತ್ತದೆ.

ಈ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಖಾಯಿಲೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ. ಹೆಚ್ಚು ಸ್ರಾವದಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರುವ ಖಾಯಿಲೆಯನ್ನು ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಗ್ರಂಥಿಯನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಥವಾ ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್‌ನ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವ ಔಷಧಗಳ ಮೂಲಕ ನಿವಾರಿಸಬಹುದು. ಐಯೊಡೀನ್ ಹೊಂದಿದ ಪ್ರೋಟಿನನ್ನು ಕೊಡುವುದರ ಮೂಲಕ ಅಲ್ಪಸ್ರಾವದ ಖಾಯಿಲೆಯನ್ನು

* ಪ್ರಾಣಿ ವಿಶ್ರಾಂತಿ ಹೊಂದುತ್ತಿರುವಾಗ ಅತ್ಯಗತ್ಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ—ಹೃದಯ ಕ್ರಿಯೆ ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸ ಮುಂತಾದವು—ಒಂದು ಘಂಟೆಗೆ, ಒಂದು ಚದರ ಮೀಟರ್ ದೇಹದ ಹೊರಮೈಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಶಕ್ತಿ.

ಹೋಗಲಾಡಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಹೇಗೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಇನ್ನೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿಲ್ಲ.

ದೇಹದಲ್ಲಿ ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಶಕ್ತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುದೂ, ಈ ರೀತಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಖವಾಗಲು ಬಿಡದೆ ರಸಾಯನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನಾಗಿ ಹಿಡಿದಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವುದೂ ಸರಿಯಷ್ಟೆ. ಈ ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯನ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತದೆ. ಉತ್ಕರ್ಷಣ ಮತ್ತು ಶಕ್ತಿ ಸಂಚಯನ ಇವೆರಡರ ನಡುವಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೆಗೆದುಹಾಕುವುದೇ ಅದರ ಕಾರ್ಯವೆನ್ನುವುದಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಸಾಕ್ಷ್ಯಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಕೆಲವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ—ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಶಕ್ತಿಯಿಲ್ಲದಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ—ಇದೇಶಕ್ತಿ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಕೆಲಸ ಇದೊಂದೇ ಇರಲಾರದು.

ಪ್ಯಾರಾಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹಾರ್ಮೋನು

ಪ್ಯಾರಾ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿ (Parathyroid gland) ಗೂ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧ. ಎರಡು ಇರುವುದೂ ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಆದರೆ ಪ್ಯಾರಾಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯಾದರೋ ಕಣ್ಣಿಗೂ ಕಾಣದಷ್ಟು ಸಣ್ಣದು. ಈ ಗ್ರಂಥಿಯ ಒಟ್ಟು ತೂಕ ನೂರರಿಂದ ಇನ್ನೂರು ಮಿಲಿಗ್ರಾಂ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಮೊದಮೊದಲು ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ತೆಗೆಯುವಾಗ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದೆ ಪ್ಯಾರಾಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಯನ್ನೂ ತೆಗೆದುಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ತೆಗೆಯುವಾಗ ಗೊತ್ತಾಗದಿದ್ದರೂ ತೆಗೆದಮೇಲೆ ದೇಹಕ್ಕೆ ಅದರಿಂದಾಗುವ ಪರಿಣಾಮದಿಂದ ಅದರ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಯಿತು. ಅದನ್ನು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ತೆಗೆದಾಗ ಅದಿರುವಾಯು, ಕಡೆಗೆ ಸಾವು ಉಂಟಾಗುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅದರ ಕೆಲಸದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಗೊತ್ತಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದರೂ ಈಗಲೂ ಈ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹಾರ್ಮೋನ್, ಪ್ಯಾರಾಥೈರಾಯ್ಡ್ ಹಾರ್ಮೋನಿನ, ಎಲ್ಲ ಗುಣಗಳ ಪರಿಚಯ ಆಗಿಲ್ಲ. ಶುದ್ಧರೂಪದಲ್ಲಿ ಅದನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಆಗಿಲ್ಲ. ಅದು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇರುವುದೇ ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ.

ಇದು ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಮತ್ತು ಫಾಸ್ಫೇಟು (Phosphate) ಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ರಸಾಯನ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಕಡಿಮೆಯಾದರೆ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಮಟ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ ಅದಿರುವಾಯು (Tetany)ಗೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಮೂಲಕ ಈ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಿ ಫಾಸ್ಫೇಟಿನ ಮಟ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಇದು ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದಲ್ಲಿ ಫಾಸ್ಫೇಟಿನ ಮರುಹೀರಿಕೆ (Reabsorption) ಯನ್ನು

ಅಡ್ಡಿಪಡಿಸುವುದರಿಂದ ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಫಾಸ್ಫೇಟಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡ ಬಹುದು ಎಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮೂಳೆಯಮೇಲೂ ಇದರ ಪರಿಣಾಮ ಇದೆಯೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿನ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿನ ಗ್ರಂಥಿ (Suprarenal glands) ಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗ ಉಂಟು: ಮಧ್ಯದ ಮೆಡುಲ್ಲಾ (Adrenal Medulla) ಮತ್ತು ಹೊರ ಗಡೆಯ ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ (Cortex). ಮೊದಲನೆಯದರಿಂದ ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ (Adrenaline), ಅದರ ಒಡನಾಡಿ ನಾರ್‌ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ (Noradrenalinc) ಎಂಬ ಎರಡು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ, ಕಾರ್ಟೆಕ್ಸ್ ಭಾಗದಿಂದ ಹಲವಾರು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಕಥಾನಾಯಕಿ ಕಥಾನಾಯಕನನ್ನು ಪ್ರಥಮಬಾರಿ ನೋಡಿದಾಗ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಕವಿಗಳು "ಕೆನ್ನೆ ಕೆಂಪಾಯಿತು; ಆ ಕೆಂಪು ಕಮಲ, ಕಣಿಗಲೆ ಮುಂತಾದ ಹೂಗಳ ಕೆಂಪಿನಂತಿತ್ತು" ಎಂದೆಲ್ಲ ವರ್ಣಿಸಿ ಕಾವ್ಯಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅದೇ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾಯಕನಿಗೆ ಆದ ರೋಮಾಂಚನ, ಹೃದಯದ ಡವಡವಗಳ ಮೇಲೂ ಕಾವ್ಯರಚನೆ ನಡೆದಿದೆ. ಈ ಕಾವ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಕೆಂಪು, ರೋಮಾಂಚನ, ಹೃದಯದ ಡವಡವ, ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಕಾರಣ ಈ ಸಂದರ್ಭಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಸಿದ್ಧತೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಬಿಡುಗಡೆಯಾದ ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ ಹಾರ್ಮೋನು.

ಈ ಅಡ್ರೆನಲೀನಿನ ಅಣುರಚನೆಯನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಇದು ಪ್ರೋಟೀನಿನಲ್ಲಿರುವ ಟೈರೊಸೀನ್ ಎಂಬ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲದಂತೆ ಇರುವುದು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಡ್ರನಲೀನ್ ತಯಾರಿಕೆ ಟೈರೋಸೀಸ್‌ನಿಂದಲೆ. ಹೀಗೆ ಈ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲ ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ ಮತ್ತು ಥೈರಾಕ್ಸಿನ್ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಪ್ರಾರಂಭದ ವಸ್ತು ಆಗಿದೆ.

ಅಡ್ರೆನಲೀನನ್ನು ತುರ್ತುಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಹಾರ್ಮೋನು (Emergency Hormone) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಏಕೆಂದರೆ ತುರ್ತುಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಸಂದರ್ಭ ಗಳನ್ನು ಎದುರಿಸಲು ದೇಹವನ್ನು ಸಿದ್ಧ ಮಾಡುವುದೇ ಇದರ ಕೆಲಸ. ನೀವು ದಾರಿ ಯಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಎದುರಿಗೆ ಒಂದು ಹುಲಿ ಬಂದಿತೆನ್ನಿ. ಆಗ ಏನು ಮಾಡು ತ್ತೀರಿ? ಅದನ್ನೆಲ್ಲ ಬರಿಯುವ ಆವಶ್ಯಕವಿಲ್ಲ, ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಗೊತ್ತೇ ಇದೆ. ಒಬ್ಬ ಧೈರ್ಯಸ್ಥ ಏನು ಮಾಡುತ್ತಾನೆ? ಓಡಿಹೋಗುತ್ತಾನೆ. ಓಡಲು ಅವನಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಬೇಕು. ಶಕ್ತಿಗಾಗಿ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಬೇಕು ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕವನ್ನು ಹೊತ್ತು ರಕ್ತ ಅವನ ಕಾಲುಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹೋಗಬೇಕು. ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ ಮಾಡುವುದಾದರೂ

ಇದೇ. ಮೊದಲು ಚರ್ಮದ ಹತ್ತಿರ ಇರುವ ರಕ್ತನಾಳಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿ ಎಲ್ಲ ರಕ್ತವೂ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ರಕ್ತನಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿ ರಕ್ತದ ಸರಬರಾಜನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಯಕೃತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ಗ್ಲೈಕೊಜನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತು ಗ್ಲೂಕೋಸು ಆಗಲು ಬೇಕಾದ ಫಾಸ್‌ಫಾರಿಲೇಸ್ (Phasphorylase) ಎಂಬ ನಿದ್ದೆಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಎಂಜ್ಯೈಮನ್ನು ಎಬ್ಬಿಸಿ, ಉತ್ತೇಜಿಸಿ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟ ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಕಾರಣವಾಗುತ್ತೆ. ಅಡ್ರೆನಲೀನಿನ ಒಡನಾಡಿ ನಾರ್ ಅಡ್ರೆನಲೀನ್ ಇದೇ ರೀತಿ ಲೋಮರಕ್ತನಾಳಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತದೆ. ಗ್ಲೂಕೋಸನ್ನು ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಇದಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲ. ರೋಮಾಂಚನ, ಮುಖ ವಿವರ್ಣವಾಗುವುದು (Blushing), ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಕಾರಣ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಮದಲ್ಲಿನ ಲೋಮರಕ್ತನಾಳಗಳು ಸಂಕುಚಿತಗೊಳ್ಳುವುದೇ ಆಗಿದೆ.

ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿನ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹೊರವೈಯಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಹಲವಾರು. ಅವುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಕ್ರಿಯಾವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಎರಡು ಗುಂಪುಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯ ಗುಂಪಿನ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ರಕ್ತದಲ್ಲಿನ ಗ್ಲೂಕೋಸಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುವು. ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪು ಸೋಡಿಯಂ, ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಉಪ್ಪುಗಳ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಸರಿಯಾದಷ್ಟು ಇಡುವ ಕಾರ್ಯಭಾರವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವುಗಳು ಕಾರ್ಟಿಸೋನ್ (Cortisone) ಕಾರ್ಟಿಸಾಲ್ (Cortisol), ಕಾರ್ಟಿಕೊಸ್ಟೆರೋನ್ (Corticosterone) ಮತ್ತು ಆಲ್ಡೊಸ್ಟೆರೋನ್ (Aldosterone), ಡಿ ಆಕ್ಸಿಕಾರ್ಟಿಕೊಸ್ಟೆರೋನ್ (Deoxycorticosterone) ಮುಂತಾದುವು. ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಬಿಡುಗಡೆ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ.

ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಲವಣಗಳು ದೇಹದಲ್ಲಿನ ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವು ಒಂದು ಕಡೆ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಆಕಡೆ ನೀರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹರಿಯುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ದೇಹದಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಹಂಚಿಕೆ ಈ ಲವಣಗಳ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ ಅದು ವಿಷದಂತೆ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವುದು. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಈ ಕಾರ್ಟಿಕಲ್ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಹೊಣೆ ಹೆಚ್ಚು. ಹಾರ್ಮೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ ಸೋಡಿಯಂ ಮೂತ್ರದ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚು ಹೊರಟು ಹೋಗಿ ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ಮಾತ್ರ ಉಳಿದು, ದೇಹ ಅಡಿಸನ್ (Addison) ಖಾಯಿಲೆಯಿಂದ ನರಳಬೇಕಾಗಬಹುದು. ಈ ಖಾಯಿಲೆಯನ್ನು ಅಡಿಸನ್ ಎಂಬುವರು ೧೮೫೫ರಲ್ಲಿಯೇ ವಿವರಿಸಿದರು. "ಅನೀಮಿಯಾ, ಶಕ್ತಿಗುಂದಿದ ಹೃದಯ, ಸುಸ್ತು, ದುರ್ಬಲತೆ, ಚರ್ಮದ ಬಣ್ಣದಲ್ಲಿ ವಿಚಿತ್ರ ಬದಲಾವಣೆ, ಕಡಿಮೆಯಾದ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡ, ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು

ಕ್ಲೋರೈಡುಗಳು ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೊರಟು ಹೋಗುವುದು" ಎಂಬುದಾಗಿ ಈ ಖಾಯಿಲೆಯನ್ನು ಅವರು ವಿವರಿಸಿದ್ದರು. ಈಗ ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಕಾರ್ಟಿಕಲ್ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಕಡಿಮೆ ಅಥವಾ ಇಲ್ಲದೇ ಇರುವುದು ಎಂಬುದು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿದೆ. ಅಂತಹ ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಡಿ ಆಕ್ಸಿ ಕಾರ್ಟಿಕೊಸ್ಟೆರೋನ್ ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಖಾಯಿಲೆ ವಾಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ಖಾಯಿಲೆ ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ತಯಾರಾದಾಗ ಬರುತ್ತವೆ. ಕುಷಿಂಗ್ ಸಿನ್‌ಡ್ರೋಮ್ (Cushing Syndrome) ಈ ರೀತಿ ಬಂದ ಖಾಯಿಲೆ. ಈ ಖಾಯಿಲೆಯಲ್ಲಿ ತೂಕ ಅತಿಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುವುದು, ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಗ್ಲೂಕೋಸು ಹೋಗುವುದು, ಮೂಳೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುವುದು. ಇದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಗ್ರಂಥಿಯಲ್ಲಿ ಗೆಡ್ಡೆ (Tumour) ಬಂದಾಗ ಹೆಣ್ಣಿಗೆ ಗಂಡಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳು (Hirsutism) ಬರುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ಕಾರ್ಟಿಕಲ್ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಿಗೂ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಅಣುರಚನಾ ಸಾದೃಶ್ಯತೆ. ಗೆಡ್ಡೆ ಬೆಳೆದಾಗ ಅದರ ಹಾರ್ಮೋನಿನಂತೆಯೇ ಇರುವ ಪುರುಷ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಆಕೆ ಪುರುಷಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಗಡ್ಡ, ಮೀಸೆ, ರೋಮರಚನೆ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವಳು. ಗೆಡ್ಡೆಯನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ತೆಗೆದುಹಾಕಿದರೆ ಈ ಖಾಯಿಲೆ ವಾಸಿಯಾಗುವುದು.

ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಯಾವರೀತಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಸರಿಯಾಗಿ ಗೊತ್ತಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಔಷಧದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬಳಕೆ ತುಂಬಾ ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಂಧಿವಾತರೋಗ-ರ್ಹುಮ್ಯಾಟಿಸಂ (Rheumatism) ಮುಂತಾದ ಖಾಹಿಲೆಗಳಿಗೆ ಇದೇ ಸಿದ್ಧೌಷದ. ಇದನ್ನು ಆಸ್ತ್ಮ ತಡೆಯಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ಗಂಡನ್ನು ಗಂಡಾಗಿಯೂ ಹೆಣ್ಣನ್ನು ಹೆಣ್ಣಾಗಿಯೂ ಮಾಡಲು, ಮತ್ತು ಆ ಮೇಲೆ ಗಂಡುತನ ಅಥವಾ ಹೆಣ್ಣುತನವನ್ನು ಉಳಿಸಿಕೊಂಡು, ಪ್ರಕೃತಿಕೊಟ್ಟ ಕೆಲಸವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಮಾಡಲು ಬೇಕಾದ ಏರ್ಪಾಟಿನ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಹೊತ್ತರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳು ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು. ಈ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ವಿವರಣೆ, ಸ್ರವಿಸುವ ಗ್ರಂಥಿ, ಹೆಸರು, ಅದರ ಕೆಲಸಗಳನ್ನುಮುಂದಿನ ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಕಾವ್ಯಜೀವನಕ್ಕೂ ನೈಜಜೀವನಕ್ಕೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಕಾವ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯದು ಕಡೆಯದಾಗಿಯೂ ಕಡೆಯದು ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿಯೂ ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಪಿಕಾಸೋನ ಚಿತ್ರದಂತೆ ಚಿತ್ರವಿಚಿತ್ರವಾಗಿದ್ದರೂ ಅದು ಹೇಳಬೇಕಾದುದನ್ನು, ತೋರಬೇಕಾದುದನ್ನು ತೋರಬಲ್ಲುದು. ಅಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಅಷ್ಟೊಂದು ಬೆಲೆಯಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನೈಜ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅನುಕ್ರಮ ಬದಲಾಯಿಸಿದರೆ ಆಗುವ ಹಾನಿ

ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಪಟ್ಟಿ
(Sex Hormones)

ಹೆಸರು	ಸ್ರವಿಸುವ ಗ್ರಂಥಿ	ಕೆಲಸ
1. ಟೆಸ್ಟಸ್ಟೆರೋನ್ (Testasterone)	ವೃಷಣ (Testes)	ಪುರುಷ ಬಾಹ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳ, ಆನುಷಂಗಿಕ ಲೈಂಗಿಕ ಅಂಗಗಳ (Sex accessory organs) ಬೆಳವಣಿಗೆ; ಪ್ರೋಟೀನಿನ ತಯಾರಿಕೆ.
2. ಈಸ್ಟ್ರೋನ್ (Estrone) ಮತ್ತು ಈಸ್ಟ್ರಡಯಾಲ್ (Estradiol)	ಸ್ತ್ರೀ ಅಂಡಾಶಯ (ovaries)	ಸ್ತ್ರೀ ಬಾಹ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳ, ಆನುಷಂಗಿಕ ಲೈಂಗಿಕ ಅಂಗಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ; ಗರ್ಭ ಕೋಶದ ಒಳಗೋಡೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ; ಮೂಳೆಯ ಮತ್ತು ಕೊಬ್ಬಿನ ಜೀವದ್ರವ್ಯ ಪರಿಣಾಮ ಕ್ರಿಯೆ (Metabolism).
3. ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನ್ (Progesterone)	ಕಾರ್ಪಸ್ ಲೂಟಿಯಂ (corpus leutium) ಎಂಬ ಸ್ತ್ರೀ ಬಿಜಾಣು ವಿಸರ್ಜನೆಯ ನಂತರ ಬೆಳೆಯುವ ವಿಶೇಷ ಜೀವಕೋಶ ಗುಚ್ಛ	ಗರ್ಭಕೋಶದ ಒಳಗೋಡೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆ; ಗರ್ಭದ ಬೆಳವಣಿಗೆ; ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣು ವಿಸರ್ಜನೆಯ ನಿರೋಧಕ.
4. ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ ರೀತಿಯ ಹಾರ್ಮೋನು (Anterior Pituitary like Hormone)	ಭ್ರೂಣ ಪೋಷಣ ಶಲಾಕ ಕೋಶ (Placenta)	ಪ್ರಾಯಸ್ಥವಾಗದ ಪ್ರಾಣಿಗಳನ್ನು ಬೆದೆಗೆ ತರುವ ಶಕ್ತಿ; ಕಾರ್ಪಸ್ ಲೂಟಿಯಂ ಉತ್ತೇಜಕ.
5. ಅಡ್ರೆನೊಸ್ಟೆರೋನ್ (Adreno-sterone)	ಅಡ್ರೆನಲ್ ಗ್ರಂಥಿಯ ಹೊರಮೈ (Adrenal Cortex)	ಟೆಸ್ಟಸ್ಟೆರೋನಿನಂತೆ.

ಹಿರಿದು. ಸರ್ಕಸ್ಸಿನ "ಮೇಲೆ ಹಾರಾಡುವ ಆಟ"ದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಹಾರಿ ಬಂದವನನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಬಂದವನು ಹಿಡಿದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾನೆ. ಕೇವಲ ಒಂದು ಸೆಕಂಡು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾದರೂ ಮೊದಲಿನವನು ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದು ಅಪಾಯಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾನೆ. ಈ ಆಟದಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ ಲೈಂಗಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಆಯಾಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕ್ಲುಪ್ತವಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಸಾಯನ ಬದಲಾವಣೆ ಗಳು ನಡೆಯಬೇಕು. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ಸಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಸುವ ಹೊಣೆ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಗೊನಡೊಟ್ರೊಪಿನ್ ಮತ್ತು ಈ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳದ್ದು.

ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಒಂದೇ ರಸಾಯನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳಾಗಿವೆ. ಗುಂಪಿನ ಹೆಸರು ಸ್ಟೀರಾಯ್ಡ್ (Steroid) ಎಂದು. ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಈ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲದೆ ಮೂತ್ರಜನಕಾಂಗದ ಮೇಲಿನ ಗ್ರಂಥಿ ಸ್ರವಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ, ರಿಕೆಟ್ಸ್ ರೋಗ ನಿರೋಧಕ "ಡಿ" ವಿಟಮಿನ್ನೂ ಪಿತ್ತರಸದಲ್ಲಿನ ಬೈಲ್ (Bile) ಉಪ್ಪುಗಳೂ, ಕೊಲೆಸ್ಟೆರಾಲ್ ಮುಂತಾದುವುಗಳೂ ಇವೆ. ಅಣು ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಯಾದರೂ ಅವುಗಳ ಜೀವಗುಣ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇಷ್ಟೊಂದು ಬದಲಾವಣೆಯಾಗುವುದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ದೇಹದ ಯಂತ್ರ ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಎಂಬುದು ಅರಿವಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ.

ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಸುಗಮವಾಗಿ ಆಗಲು ಪ್ರಕೃತಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ವ್ಯವಸ್ಥೆ ಏರ್ಪಡಿಸಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ಗಂಡಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಹೆಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರಲು ಆಗಬೇಕಾದ ದೈಹಿಕ ಬದಲಾವಣೆ. ಎರಡನೆಯದು ಪುರುಷ ಮತ್ತು ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ. ಮೂರನೆಯದು ಸ್ತ್ರೀಯಲ್ಲಿ ಪುರುಷ ಬೀಜಾಣು ಗರ್ಭಧರಿಸಿ ಅದನ್ನು ಪೋಷಿಸಲು ಬೇಕಾದ ವಿಶೇಷ ವ್ಯವಸ್ಥೆ. ಅನಂತರ ತಾಯಿತನದ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ನಡೆಸಲು ಏರ್ಪಾಡು. ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನೂ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೂ ನಡೆಸಿಕೊಡುತ್ತವೆ.

ಪುರುಷ ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನು ವೃಷಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಕೆಲಸ ಪುರುಷಲಕ್ಷಣಗಳಾದ ಗಡ್ಡಮೀಸೆ, ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ರಚನೆ, ಮಾನಸಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ವೃಷಣಗಳು ಸುಮಾರು ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷದವರೆಗೂ ಬೆಳೆಯದೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ಇರುತ್ತವೆ. ಅನಂತರ ಬಾಲಕ ಪ್ರೌಢಾವಸ್ಥೆಗೆ ಬರುವಹೊತ್ತಿಗೆ, ಅಂದರೆ ೧೬-೧೭ ವರುಷಗಳ ಹೊತ್ತಿಗೆ ವೇಗವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ೧೫ ಗ್ರಾಂನಷ್ಟು ಆಗುತ್ತವೆ. ವೃಷಣದ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ವೀರ್ಯಸಾಗಿಸುವ ನಾಳಗಳ ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಜೀವಕೋಶಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ FSH ಮತ್ತು ISCH ಗೊನಡೊಟ್ರೊಪಿನ್ ಗಳಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರುವಾಗ ಆಗುವ ದೈಹಿಕ, ಮಾನಸಿಕ ಬದಲಾವಣೆ ವೃಷಣ ಸ್ರವಿಸುವ ಟೆಸ್ಟಸ್ಟೆರೋನಿನ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಪ್ರಾಯಕ್ಕೆ ಬರುವ ಮೊದಲೇ ಹಿಡಮಾಡಿದರೆ (Castrate) ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಇಲ್ಲದೆ ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆತನ ಮೂಳೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ನಿಲ್ಲದೆ ಅವನು ಎತ್ತರವಾಗುತ್ತಾನೆ, ದಪ್ಪಗಾಗುತ್ತಾನೆ. ಆದರೆ ಗಂಟಲಿನ ಬದಲಾವಣೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ, ಶಿಶು ಬೆಳೆಯದೆ ಹಾಗೇ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರೌಢನಾದಮೇಲೆ ಹಿಡಮಾಡಿದರೆ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಅಷ್ಟಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಟೆಸ್ಟಸ್ಟೆರೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆಯಿಲ್ಲದೆ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪುರುಷಲಕ್ಷಣಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಜನನನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸುವ

ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆಯಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ವೀರ್ಯಸಾಗಿಸುವ ನಾಳಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸುವುದರಿಂದ ಟೆಸ್ಟಸ್ಟಿರೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ಮೊದಲಿನಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ, ಪುರುಷಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯೆ ವೀರ್ಯದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆಲ್ಲ ವಸ್ತುಗಳು ಇದ್ದರೂ ಪುರುಷಬೀಜಾಣು ಇರದಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ.

ಮಾಸಿಕ ಚಕ್ರ (Menstrual Cycle) ಸಂತಾನೋತ್ಪತ್ತಿ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿನ ಒಂದುಭಾಗ. ಈ ಚಕ್ರದಕಾಲ ಸುಮಾರು ೨೫–೨೮ ದಿನಗಳು. ರಜೋದರ್ಶನವಾದ ೫-೬ ದಿನಗಳಾದಮೇಲೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಗರ್ಭಕೋಶದ ಗೋಡೆಗಳಲ್ಲಿ (Endometrium) ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಈಸ್ಟ್ರೋನನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಈಸ್ಟ್ರೋನು ಅಂಡಾಶಯದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲೂ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆ. ಸ್ತ್ರೀಬಿಜಾಣು ಬಿಡುಗಡೆಯಾದಮೇಲೆ ಬೆಳೆದು ಕಾರ್ಪಸ್‌ಲೂಟಿಯಂ ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನನ್ನು ಬಿಡುಗಡೆಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಈಸ್ಟ್ರೋನಿನೊಂದಿಗೆ ಗರ್ಭಕೋಶದ ಗೋಡೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವಬೀರಿ ಮಾಸಿಕಚಕ್ರವನ್ನು ನಡೆಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗುತ್ತವೆ. ಗರ್ಭಧಾರಣೆಯಾದರೆ ಗರ್ಭಕೋಶದ ಒಳಗೋಡೆ ಇನ್ನೂ ಬೆಳೆದು ಭ್ರೂಣ ಪೋಷಣ ಶಲಾಕಾಕೋಶ—ಪ್ಲಸೆಂಟಾ (placenta) ಆಗುತ್ತದೆ. ಅದೂ ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನನ್ನು ಸ್ರವಿಸಲು ಪ್ರಾರಂಭಮಾಡುತ್ತದೆ. ಭ್ರೂಣ ಶಿಶುವಾಗಿ ಜನನಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುವವರೆಗೂ ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನಿನ ತಯಾರಿಕೆ ನಿಲ್ಲದಂತೆ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಜನನವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಅದರ ಕಾರ್ಯ ಮುಗಿಯುತ್ತದೆ. ಜನನ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ, ಮತ್ತು ತಾಯಿಯ ಎದೆಯ ಹಾಲು ಚಿಮ್ಮುವುದಕ್ಕೆ ಆಕ್ಸಿಟೊಸಿನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೊಲಾಕ್ಟಿನ್‌ಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದೆ.

ಪ್ಲಸೆಂಟಾ ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿ ರೀತಿಯ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು (Anterior Pituitary Like, APL) ಸ್ರವಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಕಾರ್ಪಸ್‌ಲೂಟಿಯಂನ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಪ್ರಾಯಸ್ಥವಾಗದ ಇಲಿಗಳನ್ನು ಬೆದೆಗೆ (Heat) ತರುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ಲಸೆಂಟಾ ಗರ್ಭವತಿಯರಾದ ಮೇಲೆ ಬರುವುದರಿಂದ ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಗರ್ಭವತಿಯರ ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ಹಾರ್ಮೋನು ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಇದೆಯೋ ಇಲ್ಲವೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಗರ್ಭಧಾರಣೆಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಗರ್ಭಧಾರಣೆಯಾದಮೇಲೆ ಸ್ತ್ರೀ ಬೀಜಾಣು ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನ್. ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನಿನ ಬೀಜಾಣು ವಿಸರ್ಜನ ನಿರೋಧಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಸಂತಾನ ನಿಯಂತ್ರಣದ "ಮಾತ್ರೆ" ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಪ್ರೊಜೆಸ್ಟೆರೋನನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೆ ಅದು ಕೆಲವು ಬೇಡದ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನೂ ಬೀರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು "ಮಾತ್ರೆ" ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಬಳಸಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಸ್ತ್ರೀಬೀಜಾಣು

ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗದಂತೆ ತಡೆಯುವ, ಆದರೆ ದೇಹದ ಉಳಿದ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮವಿಲ್ಲದ ಔಷಧಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನಾರ್ ಎಥಿನೊಡ್ರೆಲ್ (Norethynodrel) ಎಂಬುದು ಒಂದು. ಇದು ಪೂರ್ವ ಪಿಟ್ಯುಟರಿಯ, ಅಂಡಾಶಯ ಉತ್ತೇಜಿಸುವ FSHನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಹುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಅಂಡಾಶಯದ ಮೇಲೆ ನೇರವಾಗಿ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಲೂ ಬಹುದು.

ಉಳಿದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವಾರು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟು. ಜೀರ್ಣಕಾರಕ ರಸಗಳ ಬಿಡುಗಡೆಯಲ್ಲಿ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವ ಸೆಕ್ರಿಟಿನ್ (Secretin) ಕರುಳಿನಿಂದ ತಯಾರಾಗಿ ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸ್ ಗ್ರಂಥಿಯು ಜೀರಕರಸವನ್ನು ಸ್ರವಿಸುವಂತೆ ಉತ್ತೇಜಿಸುತ್ತದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಇನ್ನು ಮೂರು ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯೊಜೈಮಿನ್ (Pancreozymin), ಕೊಲೆಸಿಸ್ಟೊಕೈನಿನ್ (Cholesystokinin) ಮತ್ತು ಎಂಟಿರೊಗ್ಯಾಸ್ಟ್ರೋನ್ (Enterogastrone) ಇವೆಯೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಇವು ಕ್ರಮವಾಗಿ, ಪ್ಯಾಂಕ್ರಿಯಾಸಿನ ಜೀರ್ಣ ರಸದಲ್ಲಿನ ಎಂಜೈಮಿನ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ, ಪಿತ್ತರಸ ಸುರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಮತ್ತು ಜಠರದ ಚಲನೆಯನ್ನು ಹಿಡಿದಿಡುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇವೂ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೂ ಬೇರೆಬೇರೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು ಇವೆಯೆಂದು ಊಹಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಬೆನ್ನೆಲುಬಿಲ್ಲದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಗಡಸು ಹೊದಿಕೆಯುಳ್ಳ ಪ್ರಾಣಿ, ಅಥವಾ ವಲ್ಕವಂತ (crustacea) ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಹತೋಟಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿದೆ. ಕೀಟಗಳಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟೆಯು ಮರಿಹುಳು (Larva), ಪೊರೆ ಹುಳು (pupa) ಅವಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ದಾಟಿ ರೂಪ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿ ವಯಸ್ಕ ಚಿಟ್ಟೆಯಾಗುವುದಷ್ಟೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಗಂಟಲಿನ ಮುಂಭಾಗದ ಮತ್ತು ತಲೆಯಲ್ಲಿನ ಕಾರ್ಪಸ್ ಅಲ್ಲೇಟಂ (Corpus allatum) ಗಳಿಂದ ಸ್ರವವಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿವೆ. ಗಂಟಲಿನ ಮುಂಭಾಗದ ಪ್ರೊಥೊರಾಸಿಕ್ ಗ್ರಂಥಿ (Prothoracic gland) ಸ್ರವಿಸುವ ಎಕ್‌ಡೈಸೊನ್ (Ecdysone) ರೂಪ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ (Metamorphosis) ಬೇಕು. ಈ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ರೇಷ್ಮೆ ಹುಳಗಳಿಂದ ಪಡೆಯಲಾಗಿದೆ. ಇದರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸ್ವರೂಪ ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿನ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳು

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಫೈಟೊ ಹಾರ್ಮೋನ್ (Phytohormone) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಮೊದಮೊದಲು ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವ

ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಈ ಹೆಸರನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೂ ಅನಂತರ ಇದೇ ಹೆಸರು ಒಂದೆಡೆ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗಿ ಇನ್ನೊಂದು ಜೀವಕೋಶ ಸಮುದಾಯದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಬಂತು.

೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಎಲೆ ಅಥವಾ ಕಾಂಡ ಬೆಳಕನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬಾಗುವುದು (Phototropism), ಬೇರು ಗುರುತ್ವವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬಾಗುವುದು (Geotropism) ಇವೆಲ್ಲದರ ಪರಿಶೀಲನೆ ನಡೆದಿತ್ತು. ಈ ರೀತಿಯ ನಡವಳಿಕೆಗೆ ಕಾರಣ ಚಿಗುರಿನ ಅಥವಾ ಬೇರಿನ ಒಂದು ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಜೀವಕೋಶ ಇನ್ನೊಂದು ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಕೋಶಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಉದ್ದವಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿ ಜೀವಕೋಶಗಳನ್ನು ಉದ್ದ ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಚೋದಿಸುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಆಕ್ಸಿನ್ (Auxin) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ರಸಾಯನ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಚಯವಾಗಿರುವ ಹಾರ್ಮೋನು ಇಂಡೋಲ್ ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Indole acetic acid). ಈ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಈ ರೀತಿಯ ಜೀವಕೋಶ ಲಂಬನ ಉತ್ತೇಜಕ ಶಕ್ತಿಯಲ್ಲದೆ ಜೀವಕೋಶ ಬೆಳೆದು ಎರಡಾಗಿ ಸಂತಾನ ವೃದ್ಧಿಯಾಗುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಪಾತ್ರ ವಹಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯುಂಟು. ಇವು ಸಸ್ಯಗಳ ಶ್ವಾಸೋಚ್ಛ್ವಾಸ (Respiration) ಮತ್ತು ಉತ್ಕರ್ಷಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಉತ್ತೇಜಿಸುವುದರಿಂದ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಶಕ್ತಿ ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಹೂ ಬಿಡುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಹಾರ್ಮೋನು ಫ್ಲಾರಿಜನ್ಸ್ (Florigens), ಗಾಯವಾದಾಗ ಗಂಟುಕಟ್ಟಿದ ಚರ್ಮ (Scar tissue) ಬೆಳೆಸುವ ಗಾಯದ ಹಾರ್ಮೋನು (Wound Hormone), ಬೂಷ್ಟಿನಿಂದ (Fungus) ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸಿದ ಗಿಬ್ಬರಿಲಿಕ್ ಆಮ್ಲ ಮುಂತಾದುವುಗಳು ಇವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ಪಾತ್ರ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಇರುವಷ್ಟೇ ಮುಖ್ಯವಾದುದು.

ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಪರಿಶೋಧನೆ ನಡೆದರೂ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಪೂರ್ಣ ರೂಪದ ಪರಿಚಯ ಇನ್ನೂ ಆಗಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಮಿದುಳನ್ನು ಮಾನವನಿಗೆ ಕೊಟ್ಟು ಕೈ ಸುಟ್ಟುಕೊಂಡ ಪ್ರಕೃತಿ ತನ್ನ ಬತ್ತಳಿಕೆಯಲ್ಲಿನ ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ರಹಸ್ಯಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ಹಾರ್ಮೋನಿನ ರಹಸ್ಯವನ್ನು ಮಾನವನ ಅಧಿಕಾರಕ್ಕೆ ಕೊಡದೆ ತಾನೇ ಇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಳೆ ಅನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಸದ್ಯಕ್ಕೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಮಾನವನ ಬುದ್ಧಿಯ ಕಬಂಧ ಬಾಹು ಆ ರಹಸ್ಯವನ್ನೂ ತನ್ನ ಹತೋಟಿಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ಬಿಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಡಾ|| ಜೆ. ವಿ. ಶಂಕರ್
ಬಿ. ಎಸ್. ನರಹರಿರಾವ್
ಬಿ. ಎ. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣರಾವ್

ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಆಹಾರ ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರ

(Food Science and Technology)

ಇತಿಹಾಸದ ಆದಿಯಿಂದ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಹಾಗೂ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ಮೂಲಭೂತ ವಿಧಾನಗಳ ಪರಿಚಯು ಮಾನವನಿಗಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೬೦೦೦ದ ವೇಳೆಗೆ ಧಾನ್ಯ ಹಿಟ್ಟುಮಾಡುವ, ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಸುವ ಮತ್ತು ನಾನಾ ಬಗೆಯ ಮಾದಕ ಪಾನೀಯಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಕಲೆ ಪ್ರಪಂಚದ ವಿವಿಧ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದುವು. ಹೊಗೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮೀನು ಮಾಂಸ ಸಂರಕ್ಷಣೆ ಮತ್ತು ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯನ ಶಾಖದಿಂದ ಒಣಗಿಸಿ ಕೂಡಿಡುವ ಬಗೆ ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದ ಇದೇ ರೀತಿ ಜಗತ್ತಿನ ಹಲವು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ಚೀನಾದೇಶದ ಜನತೆ ಮೆಡಿಟರೇನಿಯನ್ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಉಗಮದ ಪೂರ್ವದ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಮ್ಯಾಕರೋನಿ (ಶಾವಿಗೆ ಬಗೆಯ ವಸ್ತುಗಳು) ತಯಾರಿಸುವ ಕಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಣಾತರಾಗಿದ್ದರು. ಭಾರತೀಯರು ಹಾಲಿನಿಂದ 'ಖೋವ' ತಯಾರಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಶತಮಾನಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಅರಿತಿದ್ದರೆಂದು ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಿಂದ ಗಿಣ್ಣು (ಚೀಸ್) ತಯಾರಿಕೆಯ ವಿಧಾನ ಪರಿಚಯ ವಿದ್ದುದೇನೋನಿಜ; ಆಧುನಿಕ ಕಾಲದ ಜನತೆಯ ಅಭಿರುಚಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಈ ವಿಧಾನ ಬೇರೆ ಕೆಲವು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಂತೆ, ಈಗ ಪರಿಷ್ಕೃತ ಹೊಂದಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ಹುದುಗಿಸುವ (Fermentation) ಕಲೆಗೂ ಪ್ರಾಚೀನ ಇತಿಹಾಸವಿದೆ. ಆದರೆ ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಫಿಷರ್ (Fischer) ಮತ್ತು ಬುಕ್‌ನರ್ (Buchner) ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಡೆಸಿದ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ

ಆಧುನಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಹುದುಗುವ ಕಲೆಗೆ ದೊರಕಿತು. ಯೀಸ್ಟ್ ಜೀವಿಯಲ್ಲಿ ಕಿಣ್ವಗಳಿರುವುದನ್ನು ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ಕಂಡುಹಿಡಿದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಸದವಕಾಶ ಮೂಡಿಬಂದಿತು.

ಕುಟ್ಟಣೆ (Pestle & Mortar), ಹುದುಗಿಸಲು ಬಳಸುವ ಮರದ ಪೀಪಾಯಿಗಳು, ಕಡಗೋಲು ಮತ್ತು ಎಣ್ಣೆ ತೆಗೆಯುವ ಗಾಣ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಬೆಳೆದುಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಪ್ರಮುಖ ಆಹಾರ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳಾಗಿವೆ. ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೈಗಾರಿಕಾ ವಿಪ್ಲವದ ಫಲವಾಗಿ ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ಹಾಗೂ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳು ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದುವು. ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೮೮೦ರಲ್ಲಿ ಉರುಳೆ ಯಂತ್ರಗಳ (Roller milling) ನೆರವಿನಿಂದ ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಹಿಟ್ಟುಮಾಡುವ ವಿಧಾನ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು.

ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಬಿಸಿಗಾಳಿಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕೆಲವು ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಜಲರಹಿತಮಾಡಿ ಒಣಗಿಸುವ ವಿಧಾನ ಜನ್ಮತಾಳಿತು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಘನೀಕರಣ (Freezing) ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಅನಂತರ ಜಲರಹಿತಮಾಡುವ ವಿಧಾನ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿದೆ. ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಸೀಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಆಹಾರವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಬಗೆ ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೭೭ರಲ್ಲಿ ಅರ್ಜಂಟೈನಾ ದೇಶದಿಂದ ಪ್ರಥಮಬಾರಿಗೆ ಮಾಂಸದ ಖಾದ್ಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ರಫ್ತುಮಾಡಲಾಯಿತು.

ಆಳವಾದ ಸಮುದ್ರ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಂದ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮೀನು ಹಿಡಿಯುವ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಆಚರಣೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದೆ. ಇಂತಹ ಮೀನನ್ನು ಘನೀಕರಣ (Freezing) ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿ, ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂರಕ್ಷಿಸುವ ಆಧುನಿಕ ವಿಧಾನ ಬಹುಪಾಲು ಮೀನಿನ ಅಪರಿಮಿತ ಸರಬರಾಜಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ.

ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಯ ಪರಿಚಯವಿಲ್ಲದಿರುವ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಹಾಗೂ ಸಂಸ್ಕರಣೆಯ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನು ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಹಾಗೂ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಲಾಯಿತು. ಇವುಗಳಲ್ಲಡಕವಾಗಿರುವ ಮೂಲಭೂತ ತತ್ವಗಳು, ಅವುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಮತ್ತು ಸಾಮೂಹಿಕ ಪ್ರಭಾವಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದಾಗ ನೂತನ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರವಾದ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಜನ್ಮತಾಳಿತು. ಅನಂತರ ಕಾಲ ಕಳೆದಂತೆ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರದ ರೂಪು ರೇಖೆಗಳು ವಿಶಾಲ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಪಡೆಯುವಂಥ ಪರಿಶೀಲನೆಗಳನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ, ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಹಾಗೂ

ಕೈಗಾರಿಕಾ ಸಂಘಟನೆಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ವಿಷಯಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಣೆ, ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಹಾಗೂ ಬಳಕೆಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸಿದಾಗ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಜನ್ಮ ತಾಳುತ್ತದೆ. ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ಆಹಾರ ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕ ವಿಷಯಗಳು. ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಅತ್ಯಂತ ನಿಕಟಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಅಶ್ವಿನಿ ದೇವತೆಗಳಂತಿರುವ ಇವುಗಳನ್ನು ಆಧುನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಎರಡು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಸ್ವತಂತ್ರ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಆದುದ ರಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಕ್ಷೇತ್ರಗಳನ್ನು ಒಂದುಗೂಡಿಸಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕಳೆದ ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ನಡೆದಿರುವ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ಅಪರಿಮಿತ. ಅದರಂತೆಯೇ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಹಾಗೂ ಬಾಹುಳ್ಯ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತಾ ಬಂದಿದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳ, ರೋಗಿಗಳ ಮತ್ತು ವೃದ್ಧರ ಆಹಾರ ಪದ್ಧತಿಯ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಈ ಪೈಕಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿರುವ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನದ ನೂತನ ಉಪಕ್ಷೇತ್ರವೆಂದು ಈಗ ಪರಿಗಣಿಸಿರುವುದನ್ನು ಹೇಳಬಹುದು.

ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರಗಳು

ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪುಷ್ಟಿದಾಯಕ, ಸುರಕ್ಷಿತ ಹಾಗೂ ರುಚಿಯಾದ ಆಹಾರ ವನ್ನು ಜಗತ್ತಿನ ಜನತೆಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಆದ್ಯ ಕರ್ತವ್ಯವಾಗಿದೆ. ತೀವ್ರ ರೀತಿಯ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಪ್ರಗತಿಯ ಫಲವಾಗಿ ಸಂಪದ್ಭರಿತವಾದ ಹಲವು ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳ, ಅದರಲ್ಲೂ ಅಮೆರಿಕಾದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಜನತೆಯ ಆಹಾರ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಬದಲಾವಣೆ ಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಅಡುಗೆ ಮಾಡಬಹುದಾದ, ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಬಣ್ಣ, ಹಿತವಾದ ವಾಸನೆ, ರುಚಿ ಮತ್ತು ಮೃದುತ್ವಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಆಹಾರ ವಸ್ತು ಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಜನಗಳು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳ ರುಚಿ ಹಾಗೂ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆಯ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ನೂತನ ಮೌಲ್ಯ ಗಳು ಅಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ.

ನಾಗಾಲೋಟದಿಂದ ಏರುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಪೂರೈಕೆ ಮಾಡುವುದು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದುತ್ತಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಬೃಹತ್ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದೆ. ಇಂತಹ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮತ್ತು ಸಂಸ್ಕರಣೆಗೆ ಬಳಸಿ ಅಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಆಹಾರ ಪೋಲಾಗದಂತೆ ಕಾಪಾಡಿಡುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ತೀವ್ರ ಮಟ್ಟದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವ ಇಂತಹ ದೇಶಗಳ ಜನಗಳ ಆಹಾರದಲ್ಲಿದೆ; ಅದರಲ್ಲೂ ಪ್ರಾಣಿಜನ್ಯ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸರಬರಾಜು ತೀರ ಕೆಳಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಗಭೀರ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನೆದುರಿ ಸಲು ಪ್ರೋಟೀನ್‌ವರ್ಗದ ವಸ್ತುಗಳ ನೂತನ ಮೂಲಗಳನ್ನು ಶೋಧನೆ ಮಾಡ ಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಸ್ಯಮೂಲ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ಪೈಕಿ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿವೆ.

ಸಸ್ಯ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ನಾವು ಆಹಾರವಾಗಿ ಬಳಸುತ್ತೇವೆ. ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ಮಾನವ ಕಲ್ಯಾಣಕ್ಕೆ ಬಳಸಬೇಕಾದರೆ, ಇಂತಹ ಆಹಾರ ವಸ್ತು ಜನ್ಮದಿಂದ ಸೇವನೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುವವರೆಗೆ ಎಲ್ಲ ಹಂತಗಳಲ್ಲೂ ಅದರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಸಂಸ್ಕರಣೆ, ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳು, ಹಾಗೂ ಬಳಕೆಯ ಕ್ರಮಗಳ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ನಾವು ಅರಿತಿರ ಬೇಕು. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Biochemistry), ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಣು ಜೀವಿಶಾಸ್ತ್ರ (Microbiology), ಇಂಜಿನೀಯ ರಿಂಗ್ ಮುಂತಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ನೆರವು ಹಾಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಆಹಾರ ಧಾನ್ಯಗಳು ಹಾಗೂ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಕೆಡುವ ಹಣ್ಣು, ತರಕಾರಿ, ಮೀನು, ಮಾಂಸ, ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆ ಮುಂತಾದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮತ್ತು ಸಂರಕ್ಷಣೆ, ಫಲಸಾರ ಹಾಗೂ ಹುದುಗಿಸಿದ ಪಾನೀಯಗಳು, ಪುಷ್ಟಿದಾಯಕ ವಾಗಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪಡೆದಿರುವ ಪೋಷಕ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣ ಮತ್ತು ಭವಿಷ್ಯದ ನೂತನ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಶೋಧನೆ—ಇವು ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಾಗಿವೆ.

ಆಹಾರ ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಮತ್ತು ಸಂರಕ್ಷಣೆ

(Food Processing and Preservation)

ಜಗತ್ತಿನ ಹಲವು ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಇಂದು ಆಹಾರ ಸರಬರಾಜಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರಾ ವಲಂಬಿಗಳಾಗಿವೆ. ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಏರುಪೇರುಗಳು ಮತ್ತು ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಏರುವಿಕೆ ಬಹುಪಾಲು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ಹಿಂದೆಂದೂ ಇಲ್ಲದಷ್ಟು ಬೃಹತ್ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಅನೇಕ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ನಡುವೆ ಆಹಾರದ ಮಾರಾಟ ನಡೆಯು ತ್ತಿದೆ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ಅಮೆರಿಕಾದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನ ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ವನ್ನು ಇತರ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಧಿಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಪೈಕಿ ಪ್ರಥಮಸ್ಥಾನ ಗಳಿಸಿದೆ. ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದ ದೇಶದಿಂದ ಆಹಾರ ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಬಹುದೂರ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿ ಬೇರೊಂದು ದೇಶದ ಜನತೆಯ ಬಳಕೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗಿರಬೇಕು. ದೂರಸಾಗಾಣಿಕೆ, ವಿವಿಧ ಹವಾಮಾನದ ವೈಪರೀತ್ಯ ಗಳು ಹಾಗೂ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಈ ರೀತಿ ಆಹಾರ ಒಳಗಾಗಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದರೆ ಅವು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರಬಲ್ಲವು. ಇಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅವು ಕಂದುಬಣ್ಣ ಪಡೆದು ಸೇವನೆಗೆ

ಅನರ್ಹವಾಗುತ್ತವೆ. ಎಣ್ಣೆ, ತುಪ್ಪಗಳಿಂದ ಬೇಯಿಸಿದ ಅಥವಾ ಕರಿದ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳು, ಬ್ರೆಡ್ ಮತ್ತು ಆ ಬಗೆಯ ಖಾದ್ಯ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಕೆಲ ಕಾಲದನಂತರ ಗಮಟುವಾಸನೆ ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ; ಹಣ್ಣಿನಿಂದ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ವಸ್ತುಗಳಾದರೋ ಕಪ್ಪು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ಇದೇರೀತಿ ಹಲವಾರು ಖಾದ್ಯ ವಸ್ತುಗಳು ಅಹಿತ ಬದಲಾವಣೆಗೆ ಒಳಗಾಗುತ್ತವೆ. ವಿಟಮಿನ್‌ಗಳು ಹಾಗೂ ಅಮೈನೊ ಆಮ್ಲಗಳು ನಷ್ಟವಾಗುವುದರಿಂದ ಆಹಾರದ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಧಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಆಧುನಿಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ಇಂತಹ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಹಾಗೂ ಸಂಸ್ಕರಣೆ ಮಾಡಲು ಈಗ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಸುಧಾರಿಸಿ ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಪದ್ಧತಿಯೂ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದೆ.

ನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಸಂರಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಿ, ಅದರಲ್ಲಿನ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ನಿಸ್ಸತ್ವಗೊಳಿಸಲು ಶಾಖದ ಬಳಕೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಉಪ್ಪು, ಸಕ್ಕರೆ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳು ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಹಣ್ಣಿನರಸ, ರಸಾಯನ, ಸಿಹಿ ಹಳಕುಗಳು (ಕ್ಯಾಂಡಿ), ಉಪ್ಪಿನಕಾಯಿಯಂತಹ ಆಕರ್ಷಕ ಹಾಗೂ ರುಚಿಯಾಗಿರುವ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಮೀನು ಮತ್ತು ಮಾಂಸವನ್ನು ಸಹ ಕೆಲವುವೇಳೆ ಇದೇರೀತಿ ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಹದಮಾಡಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಯಂತ್ರಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಇಂತಹ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯಗತಮಾಡಲು ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಸೀಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಆಹಾರಸಂಗ್ರಹಣೆ, ಶೀತಾಗಾರಗಳ ಬಳಕೆ, ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಆಹಾರ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವುದು, ಆಹಾರವನ್ನು ಜಲರಹಿತವಾಗಿ ಮಾಡಿ ಒಣಗಿಸಿಡುವುದು—ಇವು ಆಧುನಿಕ ಆಹಾರ ಸಂಸ್ಕರಣೆಯ ಪ್ರಮುಖ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ : ನಿಕೊಲಾಸ್ ಅಪ್ಪೆರ್ತ್ (Nicholas Appert) ಎಂಬಾತ ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೧೦ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮಬಾರಿಗೆ ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಕೂಡಿಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಈಗಾಗಲೇ ವಿಶ್ವದಾದ್ಯಂತ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಜನಪ್ರಿಯ ಆಹಾರ ಸಂಸ್ಕರಣೆಯ ವಿಧಾನವಾಗಿ ಇದು ಖ್ಯಾತಿ ಪಡೆದಿದೆ.

ಭಾರಿಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈಗ ವಿಶ್ವದ ಹಲವೆಡೆ ಲೋಹದ ಡಬ್ಬಿಗಳನ್ನು ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ತವರ(Tin)ದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಅಥವಾ ಉಕ್ಕಿನ

ಮೇಲೆ ತವರದ ಲೇಪವುಳ್ಳ ಡಬ್ಬಿಗಳು ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿವೆ. ಇಂತಹ ಡಬ್ಬಿಗಳ ಒಳಭಾಗ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದಂತೆ ಮಾಡುವ ನಿರೋಧ ಕ್ರಮ ವೊಂದಿದೆ. ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಆಹಾರವನ್ನು ಡಬ್ಬಿಯಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ಶಾಖದ ನೆರವಿನಿಂದ ಒಳಗಿರುವ ಗಾಳಿ ಹೊರದೂಡಿ ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಡಬ್ಬಿಗಳ ಒಳಪದರಗಳಿಗೆ ಗಂಧಕ ಅಥವಾ ಆಮ್ಲ ನಿರೋಧಿಸುವ ಲೇಪವೊಂದನ್ನು ಕೊಟ್ಟರೆ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕೆಡದಂತೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು.

ಹಣ್ಣು ಮತ್ತು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಲು ಹೊಸವಿಧಾನಗಳು ಆಚರಣೆಗೆ ಬರುತ್ತಿವೆ. ಗಂಧಕದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ ಅಥವಾ ಬೆಂಜೋಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Benzoic acid)ವನ್ನು ನಿಯತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿ ಹಣ್ಣಿನರಸವನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ರಕ್ಷಿಸ ಬಹುದು. ಶಾಖದ ನೆರವಿನಿಂದಲೂ ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಬೇರೆಬೇರೆ ದೇಶ ಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ರಕ್ಷಣಾ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ (Chemical Preservatives)ನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗ ಸಹ ಕಾನೂನಿಗೆ ಒಳಪಟ್ಟಿದೆ. ಹಣ್ಣಿನ ರಸಗಳನ್ನು ಕೆಡಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವುದು ಅಥವಾ ನಿಸ್ಸತ್ವಗೊಳಿಸುವುದೇ ಈ ರಕ್ಷಣಾವಸ್ತುಗಳ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ.

ತರಕಾರಿ, ಮೀನು, ಮಾಂಸ ಇವುಗಳನ್ನು ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿಟ್ಟು ಶಾಖದಿಂದ ಒಳ ಗಿರುವ ವಾಯುವನ್ನು ಹೊರದೂಡಿ, ಮುಚ್ಚಳ ಮುಚ್ಚಿ, ಒತ್ತಡದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಹಾಗೂ ಗೊತ್ತಾದ ಕಾಲದವರೆಗೆ ಹದಮಾಡಿದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ಗಳು ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಬೀಜಕಣಗಳು (Spores) ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಿದಾಗ ಅಧಿಕ ಉಷ್ಣದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಆಹಾರದ ರುಚಿ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣ ಸಹ ಬದಲಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣಾಂಶ ಮತ್ತು ಅತಿ ಕ್ಷಿಪ್ರಕಾಲ (high temperature and short time) ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಬಳಸುವ ವಿಧಾನವೊಂದನ್ನು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈಗ ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ಉರಿ ಬಳಿ ಕೊಂಡೊಯ್ದು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅತಿ ಕ್ಷಿಪ್ರ ಕಾಲ ಒದಗಿಸಿ ಹದಮಾಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆಹಾರದ ವಾಸನೆ, ಬಣ್ಣ ಮತ್ತು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿಗೆ ಹಾನಿ ಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಆಂಟಿಬಯೊಟಿಕ್ಸ್ (Antibiotics) ವರ್ಗದ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತು ಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಕಡಮೆ ಉಷ್ಣಾಂಶದಲ್ಲಿ ಮಾಂಸ, ತರಕಾರಿ ಮುಂತಾದ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ವಿಧಾನ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತಿದೆ.

ಶೀತೀಕರಣ (Refrigeration) : ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಕೆಡುವ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿ ಗಳು, ಮೀನು, ಮಾಂಸ, ಕುಕ್ಕುಟವರ್ಗದ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು (Poultry products), ಹಾಲು ಮತ್ತು ಅದರ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಶೀತಿಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ನೆರವಿನಿಂದ ದೀರ್ಘ

ಕಾಲ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಶೀತಾಗಾರಗಳು (Cold Stores/Rooms), ಶೀತಕಗಳು(Refrigerators), ಶೀತೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವ ರೈಲ್ವೆ ವ್ಯಾಗನ್‌ಗಳು, ಟ್ರಕ್‌ಗಳು ಮತ್ತು ಹಡಗಿನ ಸಂಗ್ರಹ ಕೊಠಡಿಗಳು—ಇವು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಈ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿಂದ ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಹಾಗೂ ಸಾಗಾಣಿಕೆಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿವೆ. ಶೀತೀಕರಣಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಮೀನಿನ ಸಂಗ್ರಹಣೆಗಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿತು. ಆಳವಾದ ಸಮುದ್ರದಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ, ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಿಂದ ಅವನ್ನು ಆವರಿಸಿ ಹಡಗುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಡುವ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಕತ್ತರಿಸದೇ ಹಾಗೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದೂ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಸೀಗಡಿ ಮೀನು (Shrimps) ಗಳನ್ನು ಆಯ್ದು, ತಲೆ ಕತ್ತರಿಸಿ, ಚೆನ್ನಾಗಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ತೊಳೆದು, ಈರೀತಿ ಮಾಡಬಹುದು. ಸಂಸ್ಕರಿಸಲು ಅಥವಾ ಮಾರಾಟ ಮಾಡುವ ಮುನ್ನ ಮೀನುಗಳನ್ನು ೩೫°F ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಮಾಂಸದ ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಹಾಗೂ ಸಾಗಾಣಿಕೆಗೆ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆ ನೆರವು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಮಾಂಸದ ಉಷ್ಣತೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಕಡಮೆಮಾಡದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದರ ತೂಕ ಹಾಗೂ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಧಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ೩೨-೩೪°F ಉಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಶೇಕಡ ೯೦-೯೫ ತೇವಾಂಶವಿರುವೆಡೆ ಮಾಂಸವನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದಲ್ಲಿ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಮಾರುಕಟ್ಟೆಗೆ ಕಳುಹಿಸಬೇಕು. ಇಂತಹ ಮಾಂಸವನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ದಿವಸಗಳು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಾರಕ್ಕಿಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈರೀತಿ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಸುಧಾರಿಸಲು ಮಾಂಸವನ್ನು ೦°F ಶೈತ್ಯದಲ್ಲಿ ಘನೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಶೀತಕಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವೆಡೆ ಮಾಂಸ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ಅಲ್ಲಿರುವ ತೇವಾಂಶವನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲವಾದರೆ ತೇವಾಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಾಗಿ ಅಂತಹ ಮಾಂಸ ಬಳಕೆಗೆ ಅನುಪಯೋಗಿಯಾಗಬಹುದು.

ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಕಾಪಾಡಲು ಶೀತೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆ ಬಳಸುವಾಗ ನಿಯತಮಟ್ಟದ ಉಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ ತೇವಾಂಶವಿರುವಂತೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರಬೇಕು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇಂತಹ ವಸ್ತುವಿಗೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಹಾಗೂ ವಿಶಿಷ್ಟವಾದ ನಿಯಮಗಳಿವೆ. ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶ, ರುಚಿ ಹಾಗೂ ವ್ಯಾಪಾರೀ ದರ್ಜೆ ಕಡಮೆಯಾಗದಂತೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮನೆಮಾಡಿ ಬೆಳೆಯದಂತೆ, ಸೂಕ್ತರೀತಿಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಗೊತ್ತುಮಾಡುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಬಾಳೆಹಣ್ಣು, ಸೇಬು, ಕಿತ್ತಳೆ ಹಣ್ಣುಗಳು ಹಾಗೂ ಆಲೂಗೆಡ್ಡೆಯನ್ನು ಭಾರಿಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಧಾನದಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಕುಕ್ಕುಟವರ್ಗದ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯ ಆವರಣದಲ್ಲಿರುವಂತೆ

ಶೀತಕಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದಾಗ ಒಂದುವಾರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಅವುಗಳು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಉಪಟಳಕ್ಕೆ ಅನಂತರ ಒಳಗಾಗುವ ಸಂಭವವುಂಟು. ಆದುದರಿಂದ ನೀರು ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯಾಗುವ ಶೈತ್ಯದಲ್ಲಿ ತ್ವರಿತ ರೀತಿ ಘನೀಕೃತ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಇವುಗಳನ್ನು ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಮೆರಿಕಾದೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂತಹವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ಯಾಕ್‌ಮಾಡಿ ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮಾರಾಟಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ೨೯-೩೦°F ಉಷ್ಣತೆಯಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ತೇವಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದಾಗುವ ಬೂಷ್ಟುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ತಪ್ಪಿಸಲು ೫೦-೬೦°F ಉಷ್ಣತೆ ಹಾಗೂ ಶೇಕಡ ೭೦-೮೦ ತೇವಾಂಶವಿರುವೆಡೆ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತಂಪುಮಾಡಲು ಇಂತಹ ವಾತಾವರಣದ ನೆರವು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಹಾಲನ್ನು ೩೮°F ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವಂತೆ ತಂಪುಮಾಡುವ ಪದ್ಧತಿ ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಶೀತೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವ ಡಬ್ಬಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಟ್ಯಾಂಕ್ (Tank) ಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಲನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಒಯ್ಯಬಹುದು. ಅನಂತರ ಹಾಲನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕುದಿಸಿ, ತಂಪುಮಾಡಿ, ಸೀಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಬಹುದು. ಸರಬರಾಜು ಪೂರ್ಣವಾಗುವವರೆಗೆ ಇಂತಹ ಹಾಲನ್ನು ೩೦-೪೦°F ಉಷ್ಣತೆಯಿರುವ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಡಲಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಣ್ಣೆ ತಯಾರಿಕೆ, ಗಿಣ್ಣು (ಚೀಸ್) ಹದಮಾಡುವುದು ಹಾಗೂ ಮಂಜುಗಡ್ಡೆಯನ್ನು ಉತ್ಪಾದನೆಮಾಡಲು ಶೀತೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ನೆರವು ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಣ ದ್ರವಗಳಿಂದ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳ ಸಂರಕ್ಷಣೆ

ಪ್ಯಾರಾಫಿನ್ ಅಥವಾ ಸಸ್ಯಮೂಲ ಮೇಣಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ, ಶೀತೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನೆರವಿಲ್ಲದೇ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿಡಬಹುದು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಕಬ್ಬಿನಮೇಣದಿಂದ ಅಥವಾ ಅದರೊಡನೆ ಬೇರೆ ಇತರ ಮೇಣಗಳನ್ನು ಮಿಶ್ರಮಾಡಿ ಇಂತಹ ಮೇಣ ದ್ರವ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಬೂಷ್ಟುಗಳ ಹಾನಿ ತಪ್ಪಿಸಲು ಬೂಷ್ಟುನಾಶಕ ರಾಸಾಯನಿಕವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇಂತಹ ದ್ರವಗಳೊಡನೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು. ಸರಳವಾಗಿರುವ ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುವೆಚ್ಚ ತಗಲುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಲಾಭದಾಯಕವಾಗಿ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಯುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಸಸ್ಯಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಹತೋಟಿಯಲ್ಲಿಡುವ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಕಟಾವಿಗೆ ಮುನ್ನ ಅಥವಾ ಅನಂತರ ಇವುಗಳನ್ನು ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳ ಮೇಲೆ ಸಿಂಪಡಿಸಿದಾಗ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಅವು ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿರುತ್ತವೆ.

ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ಬೂಷ್ಟುನಾಶಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಲೇಪಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಮನೆಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಶೀತೀಕರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ನೆರವಿಲ್ಲದೆ ಕೆಡದಂತೆ ಕಾಪಾಡಬಹುದು.

ಜಲಾಂಶ ತೆಗದು ಒಣಗಿಸುವಿಕೆ

(Dehydration)

ಕ್ಷಿಪ್ರವಾಗಿ ಕೆಡದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಿ ಎಂದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ತೇವಾಂಶವನ್ನು ಬಹುಭಾಗ ಹೊರದೂಡಿ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ರಕ್ಷಿಸುವುದು ಪುರಾತನ ಕಲೆಯಾಗಿದೆ. ಸರಳರೀತಿಯ ಬಳಕೆ, ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಮತ್ತು ಸಾಗಾಣಿಕೆಗೆ ಉತ್ಪನ್ನಗಳನ್ನು ಅನುಕೂಲಮಾಡಿಕೊಡುವ ಸೌಲಭ್ಯ ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕಿದೆ.

ಆಹಾರ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕ ಹಾಗೂ ಗಾತ್ರವು ಗಮನಾರ್ಹ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇದರಿಂದ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳು ಮತ್ತು ಆಹಾರದ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆ ಮಾತ್ರ ಇದರಿಂದ ಗಮನಾರ್ಹ ರೀತಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ, ಎಂದರೆ ಒಣಗಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಫಲಪ್ರದವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಆಹಾರ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿ, ಹಲವು ನಿಯಮಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಹದಮಾಡಬೇಕು. ಯಾವಾಗಲೂ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಣ್ಣು ಅಥವಾ ತರಕಾರಿಯನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ತೊಳೆದು, ಅವಶ್ಯವಿದ್ದರೆ ಸಿಪ್ಪೆ ತೆಗೆದು, ಸಣ್ಣ ಚೂರುಗಳಾಗಿಮಾಡಿ, ಕುದಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನಿಮಿಷಗಳ ಕಾಲ ಅದ್ದಿ, ಅನಂತರ ಹೊರತೆಗೆದು ತಂಪುಮಾಡಬೇಕು. ಆಮೇಲೆ ಗಂಧಕದ ಡೈ ಆಕ್ಸೈಡ್ (ಗಂಧಕ ಉರಿಸಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಿದ ಅನಿಲ) ಅಥವಾ ಅದನ್ನೊಳಗೊಂಡಿರುವ ಸೂಕ್ತರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವಿನ ದ್ರಾವಣದಿಂದ ಹದಮಾಡಿ, ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯ ಒಣಗಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳನ್ನಿಟ್ಟು ನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾಲ ಒಣಗಿಸಬೇಕು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹಣ್ಣು, ತರಕಾರಿ, ಮತ್ತು ಮೀನು ಮತ್ತು ಮಾಂಸವರ್ಗದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ಒಣಗಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆ ಹಾಗೂ ಅದರ ಪೂರ್ವಭಾವಿ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಒಣಗಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ಹಲವು. ವಿಪುಲವಾಗಿ ಸೂರ್ಯನಶಾಖವಿರುವೆಡೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಈ ಶಕ್ತಿ ಬಳಸಿ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ಶ್ರಮ ಹಾಗೂ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಕಾರ್ಮಿಕರ ನೆರವು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಹಣ್ಣಿನ ಮತ್ತು ತರಕಾರಿಗಳ ಚೂರುಗಳನ್ನು ಟನಲ್ ಡ್ರೈಯಿಂಗ್ (Tunnel Drying) ವಿಧಾನದಿಂದ ಒಣಗಿಸಿ ಅನಂತರ ದೊಡ್ಡ ಡಬ್ಬಗಳಲ್ಲಿ (Bins) ಅಥವಾ ಫ್ಲೂಯಿಡೈಜ಼್‌ಡ್ (Fluidized bed drying) ಬೆಡ್ ಡ್ರೈಯಿಂಗ್ ವಿಧಾನದಿಂದ ಒಣಗಿಸಬಹುದು. ಆಲೂಗಡ್ಡೆಯ ಚೂರುಗಳನ್ನು ನ್ಯೂಮಾಟಿಕ್ ಡ್ರೈಯಿಂಗ್

(Pneumatic drying) ವಿಧಾನದಿಂದ ಒಣಗಿಸಬಹುದು. ಎರಡು ಕಾದ ಡ್ರಂಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಒಣಗಿಸುವ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ 'ಡ್ರಂ ಡ್ರೈಯಿಂಗ್' (Drum Drying) ಎಂಬ ಹೆಸರಿದೆ. ಇಂತಹ ಕಾದ ಡ್ರಂಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿದಾದ ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳ ರಸ, ತಿರುಳು ಅಥವಾ ಮಿಶ್ರಣ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದಾಗ, ಇವು ಜಲರಹಿತವಾಗಿ ಒಣಗಿದ ರೂಪ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಕೆನೆ ತೆಗೆದ ಹಾಲುಪುಡಿ, ವ್ಹೇಪುಡಿ (Whey Powder), ಹಣ್ಣಿನ ಪದರಗಳು, ಆಲೂಗಡ್ಡೆ ಅಥವಾ ಗೆಣಸಿನ ಫಲಕಗಳನ್ನು ಈ ರೀತಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಕೋಳಿಮೊಟ್ಟೆ, ಹಾಲು ಮತ್ತು ಸಾಂದ್ರಗೊಳಿಸಿದ ಟೀ, ಕಾಫಿ ದ್ರವಗಳನ್ನು ತುಂತುರು ವಿಧಾನದಿಂದ ಒಣಗಿಸುವ ಯಂತ್ರ (Spray Drier) ದ ನೆರವಿನಿಂದ ಒಣಗಿಸಿ, ಪುಡಿರೂಪದಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮ ರೀತಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಮಿಶ್ರವಾಗಿರುವ ಕೋಳಿಮಾಂಸ ಒಣಗಿಸಲು ಸಹ ಈ ವಿಧಾನ ಬಳಸಬಹುದು.

ಘನೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ವಸ್ತುವಿನ ತೇವದ ಅಂಶವನ್ನು ಘನರೂಪಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ ಕೆಲವು ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸುವ ವಿಧಾನವೊಂದು ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಆಚರಣೆಗೆ ಬಂದಿದೆ. ಹಣ್ಣಿನ ರಸದ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ವಾಸನೆಯ ಅಂಶಗಳು ನಾಶವಾಗದಂತೆ ಹಣ್ಣಿನ ರಸದ ಪುಡಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಶೂನ್ಯಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಒಣಗಿಸುವ ವಿಧಾನ (Vaccum Drying) ಎಂಬ ಹೆಸರಿದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಮೃದುತ್ವ ಹಾಗೂ ವಾಸನೆಗೆ ಧಕ್ಕೆಬರದಂತಹ ಒಣಗಿಸುವ ಮತ್ತೊಂದು ನವೀನ ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ಫ್ರೋಜನ್ ಡಿಹೈಡ್ರೇಷನ್ (Frozen Dehydration).

ಫೋಮ್ ಮ್ಯಾಟ್ ಡ್ರೈಯಿಂಗ್ (Foam Mat Drying) ಎಂಬ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ವಿಧಾನದಿಂದ ಹಣ್ಣು, ತರಕಾರಿ, ಹಾಲು, ಮಾಂಸ, ಕಾಫಿ, ಟೀ ಮುಂತಾದ ಸಾಂದ್ರದ್ರವಗಳಿಂದ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಪುಡಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವ ಬಗೆ (Processing and Preservation of Food Grains): ಜಗತ್ತಿನ ಅರ್ಧಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜನರ ಪ್ರಧಾನ ಆಹಾರ ಅಕ್ಕಿಯಾಗಿದೆ. ಅಕ್ಕಿ ಬಳಸುವ ಮುನ್ನ ಹೊಟ್ಟು ಹಾಗೂ ತವಡು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಭತ್ತವನ್ನು ಮನೆ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ವ್ಯಾಪಾರೀ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಕುಟ್ಟಿ ಅಕ್ಕಿ ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ರೀತಿ ದೊರೆಯುವ ಅಕ್ಕಿಯ ಇಳುವರಿ ಬಹು ಕಡಿಮೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಇದನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಕಾಲ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು ಸುಲಭ ಸಾಧ್ಯವಲ್ಲ. ಕೊಟ್ಟಣಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಈಗ ಅಕ್ಕಿ ಗಿರಣಿಗಳು ಆಕ್ರಮಿಸಿಕೊಂಡಿವೆ. ಹಲವು ಸಾವಿರ ಇಂತಹ ಅಕ್ಕಿಗಿರಣಿಗಳು ಬಹು ಹಳೆಯ ಮಾದರಿಯದಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸುಧಾರಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಈಗ ನಡೆದಿವೆ. ರಬ್ಬರ್ ಷೆಲರ್‌ಗಳನ್ನು ಇಂತಹ

ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿದಾಗ ಅಕ್ಕಿಯ ಇಳುವರಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಅಕ್ಕಿ ತವುಡಿನಿಂದ ಎಣ್ಣೆ ತೆಗೆಯಲು ಈಗ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಎಣ್ಣೆ ತೆಗೆದ ತವಡು ದನಕರುಗಳಿಗೆ ಉತ್ತಮ ಆಹಾರವಾಗಿದೆ. ಕುದುಪಲು ಅಕ್ಕಿ ಬೆಣತಕ್ಕಿ (Raw rice)ಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಪುಷ್ಟಿದಾಯಕ; ಇದನ್ನು ಸೇವಿಸುವ ಪ್ರಮಾಣವೂ ಕಡಿಮೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕುದುಪಲು ಅಕ್ಕಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದರೆ, ಭಾಗಶಃ ಅಕ್ಕಿ ಉತ್ಪಾದನೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ದೋಷಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ರೀತಿ ಕುದುಪಲು ಅಕ್ಕಿ ತಯಾರಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಈಗ ಉತ್ತಮ ಗೊಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದನ್ನನುಸರಿಸಿ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿರುವ ಕುದುಪಲು ಅಕ್ಕಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ಬ್ರೆಡ್, ಬಿಸ್ಕತ್, ಮ್ಯಾಕರೋನಿ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಪ್ರಪಂಚದ ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇವುಗಳು ಗೋಧಿ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು. ಈಗಾಗಲೇ ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಾಗಿರುವ ಹಿಟ್ಟಿನ ಗಿರಣಿ ಉದ್ದಿಮೆ ಇದಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿದೆ.

ಮೆಕ್ಕೆ ಜೋಳವನ್ನು ತೇವವಿರುವಂತೆ ಹಿಟ್ಟುಮಾಡಿದರೆ (Wet-milling) ಪಿಷ್ಟವಸ್ತು (Starch) ಹಾಗೂ 'ಗ್ಲೂಕೋಸ್' ಸಕ್ಕರೆ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಅಷ್ಟಾಗಿ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಧಾನ್ಯಗಳೆಂದು ಹೆಸರುಪಡೆಯದೇ ಹೋಗಿರುವ ರಾಗಿ, ಜೋಳ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಿ ಈಗ ಸುಧಾರಿತ ಹಾಗೂ ಉತ್ತಮ ಬಗೆಯ ಹಿಟ್ಟು ಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಲು ಈ ವಿಧಾನ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಲು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದು, ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಶ್ರಮವಿಲ್ಲದೆ ತಕ್ಷಣ ತಯಾರಿಸಬಹುದಾದ ಇಡ್ಲಿ, ದೋಸೆ, ಜಾಮೂನು ಹಿಟ್ಟುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ ಧಾನ್ಯಸಂಸ್ಕರಣೆಯ ಇತ್ತೀಚಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಧಾನ್ಯಸಂರಕ್ಷಣೆ (Grain Preservation or Storage of Food grains): ಕೀಟಗಳು, ಬೂಷ್ಟು, ಇಲಿ ಹೆಗ್ಗಣಗಳ ಹಾವಳಿಯ ಫಲವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರಧಾನ್ಯಗಳು ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತಿವೆಯೆಂಬ ಅಂಶ ಇತ್ತೀಚಿನ ವರ್ಷ ಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ನಷ್ಟವಾಗುವ ಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಉಳಿಸಿದರೆ, ನಮ್ಮ ಆಹಾರದ ಸರಬರಾಜು ಹೆಚ್ಚಿ, ಅಭಾವ ದೂರವಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಧಾನ್ಯಗಳ ಸಂಗ್ರಹಣೆ, ಸಾಗಾಣಿಕೆ ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಪೀಡೆ ಗಳಿಂದ ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆಯೆನ್ನುವುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಪೀಡೆಗಳಿಂದ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಹಾನಿಕಾರಕ ಸಂಜುಂಟುಮಾಡುವ ಜೈವಿಕವಸ್ತುಗಳು ಮತ್ತು ಮೃತದೇಹದ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಧಾನ್ಯದ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳು ಮತ್ತು ವ್ಯಾಪಾರಿದರ್ಜೆಗೆ ಹಾನಿಯಾಗುತ್ತವೆ.

ಪ್ರಗತಿಪಥದಲ್ಲಿರುವ ಮುಂದುವರಿದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಹಾರ ಸಂಗ್ರಹಣೆ

ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಹಾಗೂ ಆಧುನಿಕ ರೀತಿಯದಾಗಿದೆ. ಭಾರಿ ಪ್ರಮಾಣದ ಇಂತಹ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಶತ್ರುನಿರ್ಮೂಲನ ಅಥವಾ ನಿರೋಧಕ ಏರ್ಪಾಡಿರುತ್ತದೆ. ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಹೊಂದುತ್ತಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕೆ ತೀರವಿರುದ್ಧವೆನಿಸುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಿದೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ ಬಹುಪಾಲು ಧಾನ್ಯವನ್ನು ಹಳ್ಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಣ್ಣು, ಒಣಹುಲ್ಲು ಅಥವಾ ಬಿದಿರಿನ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಸಿಮೆಂಟ್ ಕಾಂಕ್ರೀಟ್ ನೆಲ ಹಾಗೂ ಮೇಲ್ಛಾವಣಿಯಿರುವ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಧಾನ್ಯಸಂಗ್ರಹಣೆಗೆಂದೇ ಮೀಸಲಾಗಿರಿಸಿದ ಉತ್ತಮ ಬಗೆಯ ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದು ಹಲವು ವೇಳೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ಗುಳಿಗಳಲ್ಲಿ ಧಾನ್ಯ ಸಂಗ್ರಹಿಸುವುದೂ ಸುಪರಿಚಿತ ವಿಧಾನವಾಗಿದೆ. ಗೋಣೀಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕರೀತಿ ಧಾನ್ಯ ಕೂಡಿಡುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ.

' ಬಿನ್ ' (ದೊಡ್ಡ ಡಬ್ಬಗಳು)ಗಳಲ್ಲಿ ಧಾನ್ಯಸಂಗ್ರಹಿಸಿದಾಗ ಕೀಟಗಳು ಮತ್ತು ಇಲಿಹೆಗ್ಗಣಗಳು ಪ್ರವೇಶಿಸದಂತೆ ತಡೆಗಟ್ಟಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಧಾನ್ಯದಲ್ಲಿ ಯಾವರೀತಿಯ ಕೀಟಗಳೂ ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಮನೆಮಾಡಿರಕೂಡದು. ಆದರೆ ' ಬಿನ್ 'ಗಳನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ನೆಲದಮೇಲೆ ಇಟ್ಟಾಗ, ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ತೇವಾಂಶ ಸಂಗ್ರಹಿತವಾಗಿದ್ದರೆ, ಧಾನ್ಯಗಳಿಗೆ ಬೂಷ್ಟು ಬರಬಹುದು.

ಭತ್ತ, ಬೇಳೆಗಳು ಹಾಗೂ ಜೋಳ ಮುಂತಾದ ಆಹಾರಧಾನ್ಯಗಳಿಗೆ ಗದ್ದೆ, ಹೊಲಗಳಿಂದಲೇ, ಎಂದರೆ ಪೈರು ಬೆಳೆಯುವ ಕಾಲ ಅಥವಾ ತದನಂತರದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕೀಟಗಳು ಅಥವಾ ಬೂಷ್ಟು ಬಂದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಬಹುಪಾಲು ಅವು ಧಾನ್ಯದ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಭವವೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದೆ.

ಕಳೆದವರುಷ ಧಾನ್ಯಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಳಿದುಳಿದ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಹೊಸವರ್ಷದ ಧಾನ್ಯಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತೊಂದರೆಯಾಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಧಾನ್ಯಸಂಗ್ರಹಣೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಯೆ ಕೆಲವು ಚೀಲಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ಒಯ್ಯುವುದು ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನಿಂದ ಹೊಸಚೀಲಗಳನ್ನು ತಂದು ಕೂಡಿಡುವ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಯುತ್ತಲೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಬರುವ ಕೀಟಗಳಿಂದ ಧಾನ್ಯವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಮರಳು, ಬೂದಿ, ಹುಲ್ಲು, ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಬೀಜಗಳು ಮುಂತಾದ ಹಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಧಾನ್ಯದೊಡನೆ ಸೇರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ದಾಸ್ತಾನು ಮಾಡುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಪದ್ಧತಿ ಗತಕಾಲದಿಂದ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದುಬಂದಿದೆ.

ಸಾವಯುವ ರಾಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (organic chemistry) ಪ್ರಗತಿ ಹೊಂದಿದಂತೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸೃಜಿಸಿರುವ ಹಲವಾರು ನೂತನ ಕೀಟನಾಶಕ ವಸ್ತುಗಳು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಗೆ ಬರಲು ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಈ ಪೈಕಿ ಡಿ.ಡಿ.ಟಿ. (DDT), ಬಿ.ಹೆಚ್.ಸಿ. (BHC) ಮತ್ತು ಮ್ಯಾಲಥಯಾನ್ (Malathion) ಪ್ರಮುಖ

ವಾಗಿವೆ. ಇಂತಹ ಕೀಟನಾಶಕವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಚೀಲಗಳ ಮೇಲೆ ಧೂಳಿನಂತೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಂಪಡಿಸಿದಾಗ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಆವರಣದಿಂದ ಕೀಟಗಳ ಆಗಮನ ನಿರೋಧಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಗೋಣಿಚೀಲಗಳ ಹೊರಪದರವನ್ನು ಕೆಲವು ಕೀಟನಾಶಕ ವಸ್ತುಗಳ ತೆಳುಲೇಪದಿಂದ ಕೀಟನಿರೋಧಕಶಕ್ತಿ ಪಡೆವಂತೆ ಮಾಡ ಬಹುದು. ಧಾನ್ಯವನ್ನು ರಾಶಿಯಾಗಿ ತುಂಬಿದಾಗ ಅಂತಹ ಕೊಠಡಿಯನ್ನು ಧೂಪದ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಧಾನ್ಯದ ಚೀಲಗಳನ್ನು ತುಂಬಿರುವ ಉಗ್ರಾಣ ಮತ್ತು ಮಳಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಇದರ ಅಗತ್ಯವಿದೆ. ವಾಯು ಲವಲೇಶವೂ ವಿನಿಮಯವಾಗದಂತೆ ಧೂಪನಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸುವ ರಚನೆಗಳು ಅಥವಾ ಕೊಠಡಿಗಳು ನಿರ್ಮಾಣವಾಗಬೇಕು. ಮೀಥೈಲ್ ಬ್ರೋಮೈಡ್ (Methyl Bromide), ಫಾಸ್ಫೀನ್ (Phosphine), ಮೀಥೈಲ್ ಬ್ರೋಮೈಡ್-ಎಥಿಲಿನ್ ಡೈಬ್ರೋಮೈಡ್ ಮಿಶ್ರಣ (Mixture of Methyl Bromide and Ethylene di Bromide), ಎಥಿಲಿನ್ ಡೈಕ್ಲೋರೈಡ್ (Ethylene dichloride), ಕಾರ್ಬನ್ ಟೆಟ್ರಕ್ಲೋರೈಡ್ (Carbon tetrachloride)– ಇವು ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕೆಲವು ಧೂಪನ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಕೀಟನಾಶಕ ವಸ್ತುಗಳು ಹಾಗೂ ಧೂಪನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದೆ ಬಳಸಿದಂತಹ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಿದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮತ್ತು ಮನುಷ್ಯರ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ತೊಂದರೆಯಾಗಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಬಳಸಬೇಕಾದ ಇತಿ ಮಿತಿಗಳು, ವಿಧಾನ ಹಾಗೂ ಕಾರ್ಯಕರ್ತರು ಅನುಸರಿಸಬೇಕಾದ ರಕ್ಷಣಾ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವೆಂದು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದು ಅನುಚಿತವಾಗ ಲಾರದು.

ಹಲವು ಬಗೆಯ ಇಲಿ ಪಾಷಾಣಗಳು ಮಾರುಕಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಸಹ ಬಹಳ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯಿಂದ ಬಳಸಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳು ಹಾಗೂ ಮನುಷ್ಯರಿಗೆ ತೊಂದರೆಯಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಇದು ಭಾಗಶಃ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಪರಿಹಾರ ವಾಗುತ್ತದೆ. ಇಲಿಗಳ ವಾಸಸ್ಥಳ, ಚರಿತ್ರೆ, ಜೀವನಕ್ರಮ, ಪಾಷಾಣಗಳ ಪ್ರತಿ ಕ್ರಿಯೆ–ಇಂತಹ ವಿಷಯಗಳ ಸಮಗ್ರ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಈ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಪೂರ್ಣ ಪರಿಹಾರ ಇನ್ನೂ ದೊರೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಹುದುಗಿಸುವುದು (Fermentation): ಅನಾದಿಕಾಲದಿಂದ ಪರಿಚಿತ ವಾಗಿರುವ ದ್ರವ್ಯ ಮದ್ಯ. ಇದು ಸೋಮರಸ, ಮಧುರಸ ಎಂದು ಪ್ರಾಚೀನಗ್ರಂಥ ಗಳಲ್ಲಿ ಉಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಹುದುಗಿಸುವುದು ಕಲೆಯಷ್ಟೇ ವಿಜ್ಞಾನವೂ ಹೌದು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಬೇರೆ ರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹುದುಗಿಸುವುದು ಎನ್ನಬಹುದು. ಒಂದೆಡೆಯಿಂದ ಮತ್ತೊಂದೆಡೆಗೆ ಸಾಗಿಸುವ ಸೌಲಭ್ಯ ಇಲ್ಲದಾಗ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿ

ಯಾದ, ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ನಾಶವಾಗುವ ಹಣ್ಣನ್ನು ಹುದುಗಿಸಿ, ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಸಿ ಬಹಳ ಕಾಲ ರಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ದ್ರಾಕ್ಷಿ ಹಣ್ಣಿನಿಂದ ಈ ರೀತಿ 'ವೈನ್' (Wine) ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹುದುಗು ಒಂದು ಕಲೆ ಎಂದೆವಷ್ಟೆ; ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ತಿಳುವಳಿಕೆ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲ ಹುದುಗುವುದರಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಜ್ಞಾನ ಬೆಳೆಯಿತು. 'ಯೀಸ್ಟ್' (Yeast) ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಯು ದ್ರಾಕ್ಷಿಹಣ್ಣಿನಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು 'ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್' ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಪರಿವರ್ತನೆಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಕಿಣ್ವಗಳು 'ಯೀಸ್ಟ್' ಜೀವಿಯಲ್ಲಿವೆ. ಇತರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ 'ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್' ಅಲ್ಲದೆ 'ವಿನಿಗರ್' ಎಂಬ ದ್ರವವನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು. 'ವಿನಿಗರ್' ಅಥವಾ ದುರ್ಬಲ ಅಸಿಟಿಕ್ ಆಮ್ಲವನ್ನು ಆಹಾರಕ್ಕೆ ಹುಳಿ ರುಚಿ ಕೊಡಲು ಹುಣಸೆಹಣ್ಣಿನ ಬದಲು ಹಲವು ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಹಾಲು ಮೊಸರಾಗುವಾಗಲು, ಗಿಣ್ಣು ತಯಾರಿಸುವಾಗಲು, ಇಡ್ಲಿ ಹಾಗೂ ದೋಸೆ ಹಿಟ್ಟು ಉಬ್ಬುವಂತಾಗಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಸಹಾಯ ಅಗತ್ಯ. ಉಪಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಕಾರ್ಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಗೆ ಬಳಸಬಹುದು. ಅನೇಕವೇಳೆ ಆಹಾರವು ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪಚನವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಜೀರ್ಣಗೊಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಕುಂದಿದಾಗ ಈ ರೀತಿ ಆಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾದಾಗ ಭಾಗಶಃ ಪಚನಗೊಳಿಸಿದ ಆಹಾರ ಸೇವನೆಯ ಅಗತ್ಯ ಮೂಡುತ್ತದೆ. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಭಾಗಶಃ ಪಚನಗೊಳಿಸಿದ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಸಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ.

ಇಡ್ಲಿಯ ಮೃದುತ್ವಕ್ಕೆ ಮತ್ತು ಮಧುರ ವಾಸನೆಗೆ ಹುದುಗು ಸಹಕಾರಿ. ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳ ಸಹಕಾರವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಉಬ್ಬಿದ ಇಡ್ಲಿಗೆ ಬದಲು ಗಟ್ಟಿಯಾದ, ಹಿತವಾದ ರುಚಿ ಮತ್ತು ಮೃದುತ್ವವಿಲ್ಲದ ಇಡ್ಲಿ ದೊರಕುತ್ತಿತ್ತು. ಬ್ರೆಡ್ ತಯಾರಿಸುವಾಗಲೂ 'ಯೀಸ್ಟ್' ಜೀವಿಗಳ ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಗೋಧಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆ ವಿಭಜನೆಯಾಗಿ ಇಂಗಾಲಾಮ್ಲ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಪ್ರಾಚೀನ ಪದ್ಧತಿಯಾದ ಹುದುಗುವಿಕೆಯ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೆಂದರೆ ಇಡ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಬ್ರೆಡ್ಡಿನಂತಹ ಉತ್ತಮ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಕೆಯೇ ಆಗಿದೆ.

ಕೆಲವು ಉಪಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಈಗ ತಿಳಿದುಬಂದಿವೆ. ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಹಾಗೂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಈ ಪೈಕಿ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿವೆ.

ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಸಂಜು ಉಂಟುಮಾಡುವ ವಸ್ತುಗಳು (Toxins in Foods): ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಸೂಕ್ತ ತೇವಾಂಶ

ವುಳ್ಳ ವಸ್ತುಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆದು ಒಂದು ಬಗೆಯ ನಂಜನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತವೆ. ಬ್ರೆಜಿಲ್‌ನಿಂದ ಆಮದುಮಾಡಿಕೊಂಡ ಕಡಲೆಕಾಯಿಯನ್ನು ಒಂದು ಸಲ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ದೇಶದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಬಾತುಗಳಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗಿ ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆ ಬಾತುಗಳೆಲ್ಲಾ ಮರಣಹೊಂದಿದುವು. ತೀವ್ರ ಸಂಶೋಧನೆಯನಂತರ ಕಡಲೆಕಾಯಿಯಲ್ಲಿ 'ಆಸ್‌ಪರ್‌ಜಿಲಸ್ ಫ್ಲೋವಸ್' (Aspergillus flowus) ಎಂಬ ಹಸರುಬೂಷ್ಟು ಬೆಳೆದಾಗ ಇಂತಹ ನಂಜು ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಈ ನಂಜು ಕೋಳಿ, ಬಾತು, ಹಂದಿ, ಕರು, ಆಡು, ಇಲಿಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತದೆ. ಕೋಳಿ, ಬಾತು, ಅದರಲ್ಲೂ ಎಳೆಯ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಗೆ ಇದು ಮಾರಕ; ಆದರೆ ವಯಸ್ಕ ಮನುಷ್ಯರಿಗೆ ಇದರಿಂದ ಹಾನಿಯಾಗುವ ವಿಷಯ ಇದುವರೆವಿಗೆ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಎಳೆಯ ಮಕ್ಕಳ ಮೇಲೆ ಸಹ ಇದು ಹಾನಿಕಾರಕವಾಗಬಹುದು. ಕಡಲೆಕಾಯಿಯನ್ನು ಆಹಾರವಸ್ತುವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ, ಪೌಷ್ಟಿಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇದರಿಂದ ತಯಾರಿಸುವಾಗ, ಉತ್ತಮದರ್ಜೆಯ ಬೂಷ್ಟುರಹಿತ ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಬೀಜವನ್ನು ಬಳಸುವುದು ಅಗತ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಬೂಷ್ಟು ತೆಗೆದರೂ ಕಡಲೆಕಾಯಿಯಲ್ಲಿ ನಂಜು ಉಳಿದು, ತಯಾರಿಸಿದ ಆಹಾರ ಅಥವಾ ಬೀಜವನ್ನು ಹಾಗೇ ಸೇವಿಸಿದಾಗ ನಂಜಾಗಬಹುದು. 'ಅಸ್‌ಪರ್ ಜಲಸ್ ಫ್ಲೋವಸ್' ಅಲ್ಲದೆ ಪೆನಿಸಿಲಿಯಂ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದ ಬೂಷ್ಟುಗಳೂ ಈ ಬಗೆಯ ನಂಜನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಲ್ಲವು ಎಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ನಂಜನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಬೂಷ್ಟುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಶೋಧಿಸಿ, ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವುದು ಅಗಾಧವಾದ ಕಾರ್ಯವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇದು ಅಗತ್ಯವಾದುದು. ತೀವ್ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಈ ದಿಸೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿವೆ.

ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ಔಷಧಕೆಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ ಸಹ ಉಪಯುಕ್ತ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾರೆ. ಬ್ಯಾಕ್ಟೀರಿಯಾ ಹಾಗೂ ಬೂಷ್ಟುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿ ಕಿಣ್ವಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕಿಣ್ವಗಳು ಆಹಾರ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ, ಕೈಗಾರಿಕಾವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತಿವೆ.

ಆಹಾರವನ್ನು ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವುದು (Packing of Foods): ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ದವಸಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಗೋಣೀಚೀಲಗಳ ಬದಲು ಪಾಲಿಎಥಿಲಿನ್ ಎಂಬ ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಇಂತಹ ಒಳಪದರ ಹೊಂದಿರುವ ಗೋಣೀಚೀಲಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಇಂತಹ ಆಹಾರ ಆಕರ್ಷಕ ಹಾಗೂ ಸುರಕ್ಷಿತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಉಳಿಯುತ್ತದೆ.

ಮಾರಾಟ ಮಾಡುವ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಆಹಾರವಾಗಲೀ ಆಕರ್ಷಣೀಯವಾದ ಮೇಲುಹೊದಿಕೆ ಹೊಂದಿರದಿದ್ದರೆ ಅದು ಜನರನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ನಾಶವಾಗುವ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳಿಗೂ, ಒಣಗಿಸಿದ ಪದಾರ್ಥಗಳಿಗೂ ಹಾಕುವ ಇಂತಹ ಹೊದಿಕೆ ಒಳಗಿನ ಆಹಾರವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸುವಂತಿರಬೇಕು. ಪಾರದರ್ಶಕ ಕವಚ ವಾಗಿ ಹೊರಗಿನಿಂದ ಕೊಳ್ಳುವ ಆಹಾರ ಕಾಣುವಂತಿದ್ದರೆ ಇಂತಹ ಪ್ಯಾಕ್ ಮತ್ತಷ್ಟು ಆಕರ್ಷಕವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವ ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಅಂದವಾದ ಮುದ್ರಣ ವಿರಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕ್ರಮ, ಮತ್ತು ಆಹಾರಾಂಶ ಗಳನ್ನು ನಮೂದಿಸಿರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿರಬೇಕು. ಒಳಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಈ ವಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ಯಾವ ವಿಧವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗೂ ಒಳಗಾಗಬಾರದು. ಹವ ಬದಲಾವಣೆ ಯಿಂದ ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡುವ ವಸ್ತುಗಳು ಸಂಕುಚಿತವಾಗುವ ಇಲ್ಲವೇ ಹಿಗ್ಗುವ ಗುಣಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿರಬಾರದು. ಪ್ಯಾಕ್ ಮಾಡಿದ ಆಹಾರವು ಸಾಧ್ಯವಾದ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಮೊದಲಿನ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಬಹಳಕಾಲ ಉಳಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಅಂತಹ ಪ್ಯಾಕಿಂಗ್ ವಸ್ತುವು ಹೆಚ್ಚಿನ ಮೌಲ್ಯವನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ.

ಗಾಜಿನ ಸೀಸೆಗಳು, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ, ಕಾಗದ, ಮೇಣ ಲೇಪಿಸಿದ ಕಾಗದ, ನೀರು ಹೀರದ ಕಾಗದ, ಲೋಹದ ಡಬ್ಬಗಳು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಬಳಕೆ ಅನೇಕ ದಶಕಗಳಿಂದ ಇದೆ. ಈಚೀಚೆಗೆ ಉತ್ತಮ ಪ್ಯಾಕಿಂಗ್ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಿರುವ ಪಾಲಿಎಥಿಲಿನ್, ಪಾಲಿಅಮೈಡ್, ಪಾಲಿಎಸ್ಟರ್, ಪ್ಲಯೋಫಿಲಂ, ಪಾಲಿಸ್ಟೈರೀನ್, ಪಾಲಿ ವಿನೈಲ್, ಸೆಲುಲೆಟ್ ಫಿಲಂ, ಸೆಲ್ಲುಲೋಸ್ ಅಸಿಟೇಟ್ ಮುಂತಾದುವು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚು ಬಳಕೆಗೆ ಬರುತ್ತಿವೆ. ಈ ಬಗ್ಗೆ ತೀವ್ರಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆದಿದೆ, ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಆಹಾರಗಳ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆ (Acceptability of Foods) : ನೈಸರ್ಗಿಕ ಆಹಾರವಾಗಲೀ, ನೂತನ ರೀತಿ ಸೃಜಿಸಿದ ಆಹಾರಗಳಾಗಲೀ, ಅದು ಜನಗಳಿಗೆ ಆಕರ್ಷಕ ಹಾಗೂ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹವಾಗಿರಬೇಕು. ಅಪೇಕ್ಷಿತ ವರ್ಣ, ವಾಸನೆ, ಮೃದುತ್ವ ಮತ್ತು ರುಚಿಯಿಂದ ಕೂಡಿ ಬಳಕೆದಾರರಿಗೆ ಸೇವಿಸಬೇಕೆಂಬ ಆಶಯ ಮೂಡುವಂತಿರಬೇಕು. ಪ್ರಾದೇಶಿಕ, ಸಾಮಾಜಿಕ, ಆರ್ಥಿಕ ಹಾಗೂ ಸಾಂಸ್ಕೃತಿಕ ಪ್ರಜ್ಞೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ಒಂದು ದೇಶದ ಆಹಾರ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆಯ ಮೌಲ್ಯಗಳು ನಿರ್ಧರವಾಗುತ್ತವೆ.

ಆಹಾರದ ಮೂಲಭೂತ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸನೆಯೂ ಒಂದಾಗಿದೆ. ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಡಕವಾಗಿರುವ, ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಲೀನವಾಗುವ ರಾಸಾ ಯನಿಕ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಇದು ಉದ್ಭವಿಸುತ್ತದೆ. ಶಾಖ, ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಹಾಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಇವು ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಆಹಾರಕ್ಕೆ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ವಾಸನೆ

ಯನ್ನು ನೀಡಲು ಅನತಿಕಾಲದಿಂದ ಸಂಬಾರುಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ನಾಗರೀಕತೆ ಬೆಳೆದಂತೆ ಜೀವನಕ್ರಮಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದು, ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸನೆಯ ಮೌಲ್ಯಗಳು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ. ಸಾವಯವ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ವಿಶ್ಲೇಷಣ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Analytical Chemistry) ಗಳ ಪ್ರಗತಿಯ ಫಲವಾಗಿ ಸಂಬಾರು ಹಾಗೂ ಇತರ ಕೆಲವು ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿನ ವಾಸನೆ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಘಟಕಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆ ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಇಂತಹ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಲೂ ಇವೆ. ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳ ವಾಸನೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ರುಚಿ, ಮೃದುತ್ವ ಅಥವಾ ರಚನೆಯ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ಮುಂದುವರಿದು ಈಗ 'ಸೆನ್ಸರಿ ಎವಾಲ್ಯುಯೇಷನ್' (Sensory Evaluation) ಎಂಬ ನೂತನ ಆಹಾರಪರೀಕ್ಷಾ ಹಾಗೂ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆಯ ಕ್ರಮ ರೂಪುಗೊಂಡಿದೆ.

ಆಹಾರದ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳು (Nutrients in Food): ನಮ್ಮ ಅನುದಿನದ ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಶರ್ಕರ ಪಿಷ್ಟಾದಿಗಳು, ಸಸಾರಜನಕಾಂಶಗಳು ಹಾಗೂ ಮೇದಸ್ಸು ಇರಬೇಕು. ಇದರೊಡನೆ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳಾದ ಲವಣ, ಅನ್ನಾಂಗಗಳೂ, ನೀರೂ ಇರಬೇಕು. ಸೂಕ್ತ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಆಹಾರಾಂಶಗಳಿದ್ದರೆ ಸಮತೂಕದ ಆಹಾರವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪೌಷ್ಟಿಕ ಆಹಾರದ ಅಗತ್ಯ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಇದೆ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಿಭಜನೆಯಾದಾಗ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳು ಬರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಇಂತಹ ಆಮ್ಲಗಳು ದೇಹದಲ್ಲೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಕೆಲವನ್ನು ದೇಹ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಲಾರದು. ದೇಹದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಹಾಗೂ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾದ ಇಂತಹ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳನ್ನು ಬೇರೊಂದು ರೀತಿ ಸೇರಿಸಿ ಆಹಾರವನ್ನು ಬಲಪಡಿಸಿ ಬಳಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಇತರ ಆಹಾರಗಳ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಇದನ್ನು ಸರಿತೂಗಿಸಬಹುದು. ಇದರಂತೆಯೇ ಲವಣಗಳು ಮತ್ತು ವಿಟಮಿನ್‌ಗಳನ್ನು ಆಹಾರದ ಅಥವಾ ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಆಹಾರಗಳ ಬಳಕೆಯಿಂದ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಿ ಅಭಾವ ಪೂರೈಸಬಹುದು. ವಿಟಮಿನ್ ಹಾಗೂ ಲವಣಗಳನ್ನು ಪುಷ್ಟೀಕರಿಸಿದ ನೂತನ ಆಹಾರಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನೊಡನೆ ಸೇರಿಸಲೂಬಹುದು. ಆದರೆ ಬಹುಪಾಲು ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವದಿಂದ ಆಗುವ ಹಾನಿಯೇ ಹೆಚ್ಚು.

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಆಹಾರಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಎಣ್ಣೆ ಬೀಜಗಳ ಹಾಗೂ ದ್ವಿದಳ ಧಾನ್ಯಗಳ ಬಳಕೆ

ನಮ್ಮ ದೇಹದ ತೂಕದ ಶೇಕಡ ೧೮ ಪ್ರೋಟೀನ್ ರೂಪದಲ್ಲಿದೆ. ದೇಹದ ಪ್ರೋಟೀನ್

ನಾವು ತಿನ್ನುವ ಆಹಾರದ ಸಸಾರಜನಕಾಂಶಗಳಿಂದ ರಚನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆರೋಗ್ಯವಾಗಿರುವ ವಯಸ್ಕರಿಗೆ ದಿನಂಪ್ರತಿ ೬೫ ಗ್ರಾಂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಗತ್ಯವೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳ ಸರಬರಾಜಿನ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಶೇಷ ಆಸ್ಥೆ ವಹಿಸಬೇಕಾದ ಶಿಶುಗಳು, ಮಕ್ಕಳು, ಗರ್ಭಿಣಿಯರು, ಬಾಣಂತಿಯರು, ರೋಗಪೀಡಿತರು ಹಾಗೂ ಗಾಯಗೊಂಡವರಿಗೆ ಇದು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣ ದಲ್ಲಿ ಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಅಕ್ಕಿ, ಗೋಧಿ ವರ್ಗದ ಧಾನ್ಯಗಳು ಜಗತ್ತಿನ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುವ ಪ್ರಮುಖ ಆಹಾರಗಳಾಗಿವೆ. ಆದರೆ, ಅವು ನಮಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಿರುವಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣ ಹಾಗೂ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ನೀಡಲಾರವು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಅಭಾವ ಪೂರೈಸಲು ಉತ್ತಮ ಬಗೆಯ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಭರಿತ ಆಹಾರ ವಸ್ತು ಗಳಾದ ಹಾಲು, ಮೀನು, ಮಾಂಸ, ಕೋಳಿ ಮೊಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನಾವು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯದ ಊಟದೊಡನೆ ಸೇವಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಪ್ರಾಣಿ ಜನ್ಯ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಬಳಕೆ ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಇದು ದಿನಂಪ್ರತಿ ೭೦ ಗ್ರಾಂನಷ್ಟಿದ್ದರೆ, ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಮಾಣ ಕೇವಲ ೫ ಗ್ರಾಂ ಆಗಿದೆ. ಜಗತ್ತಿನ ಕೇವಲ ಶೇಕಡ ೨೫ ರಷ್ಟು ಜನತೆ ಮಾತ್ರ ದಿನಂಪ್ರತಿ ೩೦ ಗ್ರಾಂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಸೇವಿಸುವುದಾಗಿ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲ ವರ್ಗದ, ಎಲ್ಲ ವಯಸ್ಸಿನ ಜನಗಳು ತುತ್ತಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಆದರೆ ಇದರ ಉಗ್ರರೂಪವನ್ನು ಮಕ್ಕಳು, ಬಾಣಂತಿ ಹಾಗೂ ಗರ್ಭಿಣಿ ಸ್ತ್ರೀಯರು ಮತ್ತು ಅಲ್ಪಾದಾಯವುಳ್ಳ ಕುಟುಂಬಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. 'ಕ್ವಾಷಿಯಾರ್ಕರ್' ಎಂಬ ಇಂತಹ ರೋಗಕ್ಕೆ ಅವರು ಒಳಗಾಗಬಹುದು. ಈ ರೋಗ ಅದರಲ್ಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಧಾನ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಧಾನ ಆಹಾರವಾಗಿ ಬಳಸುವವರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕಾ, ಮಧ್ಯ ಅಮೆರಿಕಾ, ವೆಸ್ಟ್ ಇಂಡೀಸ್, ಆಫ್ರಿಕಾ, ಮಧ್ಯಪ್ರಾಚ್ಯ ಹಾಗೂ ಆಗ್ನೇಯ ಏಷ್ಯಾ ಪ್ರದೇಶಗಳು, ಭಾರತ, ಚೀನಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಪಕ ರೀತಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವ ರೋಗರುಜಿನಗಳು ಮನೆ ಮಾಡಿವೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮಕ್ಕಳ ಮತ್ತು ಶಿಶುಗಳ ಮರಣ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಮಾಣ ಇದರಿಂದ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡ ಬೇಕಾದುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಇದರಿಂದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವ ಸಮಸ್ಯೆಗೆ ಭಾಗಶಃ ಪರಿಹಾರ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ! ಆದುದರಿಂದ ಸಸ್ಯಮೂಲ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಶೋಧನೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವಾಗಿದೆ. ಹತ್ತಿ ಬೀಜ, ಸೊಯೊಬೀನ್, ಕಡಲೆಕಾಯಿ, ಎಳ್ಳು, ತೆಂಗಿನ ಕಾಯಿ ಮತ್ತು ಬಹುತೇಕ ದ್ವಿದಳ ಧಾನ್ಯಗಳಲ್ಲಿ (ಬೇಳೆಗಳಲ್ಲಿ) ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವ ನೀಗಿಸುವ ಅವಕಾಶವಿದೆ.

ಸಿಪ್ಪೆ ಹಾಗೂ ಎಣ್ಣೆ ತೆಗೆದ ಹತ್ತಿಬೀಜದಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೪೦–೪೫ರಷ್ಟು ಪ್ರೋಟೀನ್ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಸೂಕ್ತ ರೀತಿ ಇದನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಿ, ಹಾನಿಕಾರಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ದೂರಮಾಡಿ, ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಹೊಂದಿರುವ ಪೋಷಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುವೊಂದನ್ನು ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕಾದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಜನಪ್ರಿಯತೆ ಗಳಿಸಿ, ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಈ ಆಹಾರ ಅಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದೆ. 'ಕ್ವಾಷಿಯಾರ್ಕರ್' ರೋಗದಿಂದ ತೀವ್ರವಾಗಿ ನರಳುವ ಮಕ್ಕಳು ಸಹ ಈ ಆಹಾರದ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಗುಣಹೊಂದುವ ರೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಸೋಯಾಬೀನ್ ಜಪಾನ್ ದೇಶದ ಜನಜೀವನದ ಹಾಸುಹೊಕ್ಕಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿದೆ. ಇದರಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಖಾದ್ಯವಸ್ತುಗಳು ಅವರಿಗೆ ಬಹುಪ್ರಿಯವಾಗುತ್ತವೆ. ಟೋಫು (ಸೋಯಾಬೀನ್ ಮೊಸರು), ಮಿಸೊ (ಸೋಯಾಬೀನ್ ಮತ್ತು ಅಕ್ಕಿಯನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ಹುದುಗಿಸಿದ ಉತ್ಪನ್ನ) ಮತ್ತು ಷೋಯು (ಸೋಯಾಸಾಸ್)– ಇವುಗಳನ್ನು ಈ ಗುಂಪಿನ ಪ್ರಧಾನ ಉತ್ಪನ್ನಗಳಾಗಿ ಉದಹರಿಸಬಹುದು. ೧೯೬೨ ರಲ್ಲಿ ಜಪಾನಿನ ಜನತೆ ದಿನಂಪ್ರತಿ ಸೇವಿಸುವ ೭೧ ಗ್ರಾಂ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪೈಕಿ ೭ ಗ್ರಾಂ ಸೋಯಾಬೀನ್ ಉತ್ಪನ್ನಗಳಿಂದ ದೊರೆಯಿತೆಂದರೆ ಅದರ ಜನಪ್ರಿಯತೆಗೆ ಬೇರೆ ಸಾಕ್ಷಿ ಬೇಕೇ? ಸೋಯಾ ಹಾಲನ್ನು (ವಿಟಸಾಯ್—Vita soy) ಸೀಸೆಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬಿ ಹಾಂಕಾಂಗ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ಅಂಗಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರಲಾಗುತ್ತದೆ.

ಕೆನೆತೆಗೆದ ಹಾಲುಪುಡಿ, ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೈಲವಿರುವ ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಹಿಟ್ಟು ಮತ್ತು ಬೇರೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೆರೆಸಿ 'ಪ್ರೊನ್ಯೂಟ್ರೋ' ಎಂಬ ಸಾಂದ್ರ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಆಹಾರವನ್ನು ಆಫ್ರಿಕಾದಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಬೆಳೆ ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ಜಗತ್ತಿನ ವಿವಿಧ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಅಗ್ರಸ್ಥಾನ ಪಡೆದಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಭಾವ ಪೂರೈಸಲು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಬಳಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾಗಿದೆ. ಎಣ್ಣೆ ತೆಗೆದ ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಹಿಂಡಿಯಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೪೦–೪೨ ರಷ್ಟು ಸೇವಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಇದೆ. ಮೈಸೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ಕೇಂದ್ರ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ, ಸೇವಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾದ ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಹಿಟ್ಟು ತಯಾರಿಸುವ ವಿಧಾನ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಮಲ್ಟಿಪರ್ಪಸ್ ಫುಡ್ (Multi-Purpose Food) ಎಂಬ ಪೋಷಕ ಆಹಾರವೊಂದನ್ನು ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಹಿಟ್ಟು, ಕಡಲೆಬೇಳೆ ಹಿಟ್ಟು ಮತ್ತು ಇತರ ಪೋಷಕಾಂಶಗಳನ್ನು ಬೆರಸಿ ಅಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪೋಷಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುವನ್ನು ಎಲ್ಲ ವಯಸ್ಸಿನ ಜನಗಳೂ ಬಳಸಬಹುದು.

ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಹಿಟ್ಟನ್ನು ಬೇರೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ ಬೆರಸಿ, ತುಂತುರು ವಿಧಾನ ಬಳಸಿ ಒಣಗಿಸುವ ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪುಡಿ ರೂಪಕ್ಕೆ ಮಾಡಿದಾಗ

ತಾಯಿಯ ಹಾಲು ಬಿಡಿಸಿದ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಉತ್ತಮ ವರ್ಗದ ಪೋಷಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪರಿಶುದ್ಧ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸಾಂದ್ರ ಪ್ರೋಟೀನ (Protein Isolate) ನ್ನು ಕಡಲೆಕಾಯಿಯಿಂದ ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಈಗ ರೂಪಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಚಾಕಲೇಟ್, ಬಿಸ್ಕತ್ ಮತ್ತು ಮಕ್ಕಳ ಆಹಾರ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸಬಹುದು. ಕೆಸೀನ್ (Casein) ಬದಲು ಕಡಲೆಕಾಯಿ ಸಾಂದ್ರ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಬಳಸಿ ಕಡಿಮೆ ಪ್ರಮಾಣದ ಮೇದಸ್ಸಿರುವ ಮತ್ತು ನಾವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ 'ಟೋನ್ಡ್' (Toned) ಹಾಲೆಂದು ಕರೆಯುವಂತಹ 'ಲ್ಯಾಕ್ ಟೋನ್' (Lactone) ಎಂಬ ಹಾಲನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಎಣ್ಣೆ ಬೀಜಗಳು ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವುದೇನೋ ನಿಜ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ದರ್ಜೆ ಪ್ರಾಣಿಜನ್ಯ ಪ್ರೋಟೀನ್‌ನಷ್ಟು ಉತ್ತಮವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅತ್ಯಗತ್ಯ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲ ಅಥವಾ ಆಮ್ಲಗಳು ಇವುಗಳಲ್ಲಿರದಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಸೋಯಾಬೀನ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಿಥಿಯೊನೈನ್ ಅಭಾವವಿದ್ದರೆ, ಹತ್ತಿಬೀಜದಲ್ಲಿ ಲೈಸಿನ್ ಮತ್ತು ಥ್ರಿಯೊನಿನ್ ಹಾಗೂ ಕಡಲೆಕಾಯಿಯಲ್ಲಿ ಮಿಥಿಯೊನೈನ್, ಲೈಸೀನ್, ಥ್ರಿಯೊನಿನ್ ಮಿತಿಗೊಳಿಸುವ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲಗಳಾಗಿವೆ; ಎಂದರೆ ಇವುಗಳ ಅಭಾವ ನೀಗಿಸಲು ಪರಿಹಾರ ಹುಡುಕಬೇಕಾಗಿದೆಯೆಂದಾಯಿತು. ಎರಡು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು, ಎಂದರೆ ಎಣ್ಣೆಬೀಜಗಳನ್ನು ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪೂರಕವಾಗುವಂತೆ ಚುನಾಯಿಸಿ ಮಿಶ್ರಮಾಡಿದರೆ ಪ್ರೋಟೀನ್ ದರ್ಜೆ ಸುಧಾರಿಸಬಹುದು. ಉತ್ತಮ ವರ್ಗದ ಧಾನ್ಯದ ತಳಿಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಜೋಳ ಅಥವಾ ಗೋಧಿಯಂತಹ ಧಾನ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಮೈನೋ ಆಮ್ಲವೊಂದನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಲೈಸಿನ್ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಮೆಕ್ಕೆಜೋಳದ ತಳಿ ಈಗಾಗಲೇ ಬಹುಪಾಲು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದೆ. ಹಲವು ಎಣ್ಣೆಬೀಜಗಳಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರದಂತೆ ತಡೆಹಿಡಿಯುವ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಸೋಯಾಬೀನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೀಮಗ್ಲುಟಿನಿನ್ (Haemaglutenin) ಮತ್ತು ಟ್ರಿಪ್ಸಿನ್ (Trypsin) ನಾಶಕ ವಸ್ತುಗಳಿದ್ದರೆ, ಹತ್ತಿಬೀಜದಲ್ಲಿ ಗಾಸಿಪಾಲ್ (Gossypol) ಎಂಬ ನಂಜುಂಟುಮಾಡುವ ಹಾನಿಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುವಿದೆ. ಸೂಕ್ತರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವುದರಿಂದ ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡಬಹುದು. ಅನಂತರ ಹದಮಾಡಿದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಪೋಷಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಬಹುದು.

ಪೋಷಕ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳು ರುಚಿಕರವಾಗಿರಬೇಕು; ಅಪೇಕ್ಷಿತ ರೀತಿಯ ವರ್ಣ, ವಾಸನೆ ಹಾಗೂ ಮೃದುತ್ವದಿಂದ ಕೂಡಿರಬೇಕು. ಇವುಗಳ ಬೆಲೆಯೂ ಸಹ ಬಹುಪಾಲು ಜನತೆಗೆ ನಿಲುಕುವಂತಿದ್ದರೆ ಇವು ಹೆಚ್ಚು ಜನಪ್ರಿಯತೆ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ.

ಪ್ರೋಟೀನ್ ಬಳಕೆಯು ಅತ್ಯಂತ ಸ್ವಾರಸ್ಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೊಂದಿದೆ. ಕೇವಲ ಸಸ್ಯಮೂಲ ಪ್ರೋಟೀನ್ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮಾಂಸವನ್ನು ಹೋಲುವ ಆಹಾರ ರಚನೆಯಾಗಿರುವುದು ಸೋಜಿಗವೆನ್ನಲಾಗದೆ?

ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳ ನೂತನ ಮೂಲಗಳ ಶೋಧನೆ

(Sources of new Foods)

ಈಗ ನಾವು ಬಳಸುತ್ತಿರುವ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು ಏರುತ್ತಿರುವ ಜನಸಂಖ್ಯೆಯ ಪೂರೈಕೆಗೆ ಮುಂಬರುವ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಲದೇ ಹೋಗಬಹುದೆಂಬ ಭೀತಿ ಈಗಾಗಲೇ ಮೂಡಿದೆ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೂತನ ಆಹಾರ ಮೂಲಗಳ ಶೋಧನೆ ಅಗತ್ಯವೆನಿಸಿದೆ. ಈ ಪೈಕಿ ಸೊಪ್ಪುಸದೆಗಳು, ಆಲ್ಗ (ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಒಂದು ಸಸ್ಯ) ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಅಧ್ಯಯನ ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿದೆ.

ಕ್ಲೊರೆಲಾ (Chlorella) ಎಂಬುದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಪಾಚಿ. ಆದರ್ಶ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಬೆಳೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅದು ಸೂರ್ಯನ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಶಕ್ತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಈ ಶಕ್ತಿ ಕೇವಲ ಶೇಕಡ ೨ರಷ್ಟು ಇದ್ದರೆ, ಇದರ ಹತ್ತುಪಾಲು, ಎಂದರೆ ಶೇಕಡ ೨೦ರಷ್ಟು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಸ್ಯಗಳಿಗಿದೆ. ೬೨೦೦ ಚ. ಅಡಿ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ 'ಕ್ಲೊರೆಲಾ' ವ್ಯವಸಾಯ ಮಾಡಿದರೆ ೫-೬ ಜನರಿರುವ ಸಂಸಾರದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪೂರೈಕೆಯಾಗುತ್ತದೆಯೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಈ 'ಕ್ಲೊರೆಲಾ' ಬಳಸುವ ಮುನ್ನ ಅದರ ಕಪ್ಪುಮಿಶ್ರಿತ ಹಸಿರು ವರ್ಣ ಹಾಗೂ ಅಹಿತವಾಸನೆ ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ. ಮದ್ಯ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಅಗತ್ಯವಾದ 'ಯೀಸ್ಟ್' ಜೀವಿಗಳು ಆಹಾರವಾಗಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. 'ಫುಡ್‌ಯೀಸ್ಟ್' ಎಂಬ ಈ ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಕಡಲೆಕಾಯಿಗಿಂತ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಅಂಶವಿದೆ.

ಸೇವಿಸಲು ಅರ್ಹವಾದ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಈಗ ಎಲೆ ಸೊಪ್ಪುಗಳಿಂದಲೂ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಒಂದು ಎಕರೆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಕುದುರೆ ಮಸಾಲೆ ಸೊಪ್ಪು (Lucerne) ೬೦೦ ಪೌಂ. ಪ್ರೋಟೀನ್ ನೀಡಬಲ್ಲುದು. ಆದರೆ ಇದೇ ಪ್ರಮಾಣದ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಮಾಂಸ, ಹಾಲು ಮತ್ತು ಸೋಯಾಬೀನ್‌ಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ದೊರೆಯುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪ್ರಮಾಣ ಕೇವಲ ೪೫, ೭೭ ಮತ್ತು ೪೫೦ ಪೌಂಡುಗಳಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದು ಗಮನಾರ್ಹವಾಗಿದೆ.

ಸೈನಿಕರ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು

(Defence Foods)

ಸೈನಿಕರು ಸಂಗ್ರಾಮಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ಜೀವನದ ಸೌಲಭ್ಯಗಳಿಂದ ಬಹುಕಾಲ

ದೂರವಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತ ಅಡುಗೆ ಹಾಗೂ ಭೋಜನ ಶಾಲೆಗಳು ಅವರ ಶಿಬಿರಗಳಲ್ಲಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವರು ಮಾನಸಿಕ ಕ್ಲೇಶ, ಉದ್ವಿಗ್ನತೆ ಹಾಗೂ ದೈಹಿಕ ಶ್ರಮಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿರುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಸರಬರಾಜಾಗುವ ಆಹಾರ ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಲದು. ಅದು ರುಚಿಯಾಗಿ ಮತ್ತು ಹಿತವಾಗಿದ್ದು ಅವರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ನೆಮ್ಮದಿ ಹಾಗೂ ಶಾಂತಿ ನೀಡುವಂತಿರಬೇಕು. ಇದಲ್ಲದೆ ಶತ್ರುಗಳೊಡನೆ ಸಂಗ್ರಾಮದಲ್ಲಿ ಹೊಡೆದಾಡಲು ಅಸಾಧಾರಣ ಶಕ್ತಿ, ಸ್ಥೈರ್ಯ, ಸಾಮರ್ಥ್ಯ ದೊರಕಿಸಿಕೊಡಬೇಕು.

ಪ್ರಥಮ ವಿಶ್ವಸಂಗ್ರಾಮದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸೈನಿಕರ ಬಹುಪಾಲು ಆಹಾರ ಡಬ್ಬಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ರೂಪದಲ್ಲಿತ್ತು. ಎರಡನೆ ಸಂಗ್ರಾಮದವೇಳೆಗೆ ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಒಣಗಿಸಿದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು ಈ ಸ್ಥಾನ ಆಕ್ರಮಿಸಿದುವು.

ಹಗುರವಾದ ತೂಕ, ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಅಡುಗೆ ಮಾಡುವ ಅಥವಾ ನೇರವಾಗಿ ಸೇವಿಸುವ ಸೌಲಭ್ಯ ಮತ್ತು ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವ ಸೈನಿಕರ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಕೆಡದಂತೆ ಸಂಗ್ರಹಣೆಗೆ ಯೋಗ್ಯವಾಗಿರಬೇಕು. ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾಕ್‌ಮಾಡಿರುವ ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳು ಸಾಗಾಣಿಕೆ ಮತ್ತು ಹವಾಮಾನ ವೈಪರೀತ್ಯದ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ದೂರವಾಗಿರಬೇಕು. ಸಂಕುಚಿತಗೊಳಿಸಿದ ಉದ್ದವಾಗಿರುವ ಆಹಾರದ ಚೂರುಗಳು, ಸಾಂಬಾರು ಪುಡಿಗಳು, ಘನೀಕರಣ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಗಾದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು, ಒಣಗಿಸಿದ, ಆದರೆ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿದ ಭೋಜನ ಪ್ಯಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರಮುಖ ಸೈನಿಕ ಆಹಾರಗಳಾಗಿವೆ.

ದೀರ್ಘಕಾಲ ಕೆಡದ ಚಪಾತಿ, ಪರೋಟ, ಜಲರಹಿತ ಪಲಾವ್ (Pulav) ಮತ್ತು ಖಿಚಡಿ (Khitchdi) ಭಾರತೀಯ ಸೈನಿಕರಿಗೆ ಆಹಾರವಾಗಿ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಪರ್ವತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಅದರಲ್ಲೂ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಪರ್ವತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸೈನಿಕರು ಸಂಗ್ರಾಮದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಬೇಕಾದಾಗ ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳು ಬೇಕಾಗುತ್ತವೆ. ತಕ್ಷಣ ಬೇಯುವ ಅಕ್ಕಿ, ಬೇಳೆ, ತರಕಾರಿ ಮತ್ತು ಮಾಂಸವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಸರಬರಾಜುಮಾಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಇದಲ್ಲದೆ ಬೇಯಿಸಿದ ಮಾಂಸವನ್ನು ಘನೀಕರಣಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಜಲಾಂಶ ಹೊರದೂಡಿಸಿ ಉದ್ದವಾದ ಆದರೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಮಾಂಸದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಇವರಿಗೆ ನೀಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲವಾಸನೆ ಕೆಡದಂತೆ ಅದು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಉಳಿದಿರುತ್ತದೆ. ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂಗ್ರಹಣೆಯನಂತರ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿದ್ದಾಗ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ಅಡುಗೆಮಾಡಿ ಸೇವಿಸುವ ಸೌಲಭ್ಯ ಈ ವಸ್ತುವಿಗಿದೆ. ಈ ವರ್ಗದ ಸೈನಿಕರಿಗೆ ರುಚಿ ಹಾಗೂ ಹಿತವಾಗಿರುವ ಆಹಾರವೆಂದು ಇದು ಪರಿಗಣಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ನಿರ್ಜನವಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಕಾಲ ಒಂಟಿಯಾಗಿ ಜೀವನ ಸಾಗಿಸಬೇಕಾದ ತುರ್ತುಸನ್ನಿವೇಶ ಕೆಲವು ವೇಳೆ ನೌಕಾ ಹಾಗೂ ವಿಮಾನದಳದ ಸೈನಿಕರ

ಪಾಲಿಗೆ ಲಭಿಸುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ವಿಷಮಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೆದುರಿಸಲು ಅವರ ಬಳಿ ಸದಾ ಕಾಲವೂ ಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ ಆಹಾರದ ಪ್ಯಾಕೆಟ್‌ಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು 'ಜೀವದಾನಿ ಆಹಾರ' ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಉದ್ದವಾಗಿ, ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಇಂತಹ ಮೂರು ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ಒಂದು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಪ್ಯಾಕ್‌ಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ದಿವಸದ ಆಹಾರವನ್ನು ಈ ಒಂದು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿನ ವಸ್ತುಗಳು ಆತನಿಗೆ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಇಂತಹ ತುಣುಕು ವಿಭಿನ್ನ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳ ಮಧುರ ಸಂಮಿಲನದಿಂದ ಜನ್ಮತಾಳಿರುತ್ತದೆ. ಸಕ್ಕರೆ, ಹಣ್ಣು, ಚಾಕಲೇಟ್ ಮತ್ತು ಆಹಾರಕ್ಕೆ ಸೂಕ್ತ ವಾಸನೆ ನೀಡುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಇದರಲ್ಲಿ ಸೇರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹಸಿವಿನಿಂದ ಕಂಗಾಲಾಗಿರುವ ಸೈನಿಕನನ್ನು ತುರ್ತುಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಜೀವಂತ ಉಳಿಸಲು ಇದು ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಮಾಡುತ್ತದೆ.

ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ಆಹಾರ ಸಂರಕ್ಷಣೆ
(Food Preservation by Radiation)

ಎರಡನೆಯ ವಿಶ್ವಸಂಗ್ರಾಮ ಮುಗಿದ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಅಮೆರಿಕಾದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಂತಿಯುತ ಬಳಕೆಗಾಗಿ ಅಳವಡಿಸುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಪ್ರಾರಂಭವಾದವು. ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಬಳಕೆ ಈ ಪೈಕಿ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವಾಯಿತು. ಆಹಾರ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (Electron), ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ (Neutron), ಗ್ಯಾಮ (Gamma) ಮತ್ತು ಕ್ಷ ಕಿರಣಗಳು ಅಥವಾ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳನ್ನು ಬಳಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಕೋಬಾಲ್ಟ್ ೬೦ ಸಾಧನದ ಮೂಲಕ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಈ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಉತ್ತಮವೆನಿಸಿವೆ. ಆಲ್ಫ ಮತ್ತು ಬೀಟ ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಇವು ಆಳವಾಗಿ ಹಾಗೂ ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಆಹಾರವಸ್ತುವನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಹೊಂದಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದೆ. ವಿಕಿರಣದ ಪ್ರಮಾಣ ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಮೂಲಮಾನ ವೊಂದಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ರ‍್ಯಾಡ್ (Rad) ಅಥವಾ ರೆಪ್ (Rep) ಎಂದು ಹೆಸರು.

ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಆಹಾರವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಆಯಾಣು (Ion) ಅಥವಾ ಕಂಪನಾ ಕಣಗಳು ಅಥವಾ ಉದ್ರೇಕಗೊಂಡ ಅಣುಗಳು (Exicited molecules) ಸಿದ್ಧವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪಟುತ್ವ ಹೊಂದಿರುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಆಹಾರ ಹಲವು ಜೈವಿಕ ಹಾಗೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ದೀರ್ಘಾವಧಿ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುತ್ತವೆ.

ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕೆಡಿಸುವ ಕೆಲವು ಕೀಟಗಳನ್ನು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ತಕ್ಷಣ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡಬಹುದು. ಇಲ್ಲವೇ ಕೆಲವು ಕಾಲದ ನಂತರ ಇಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಉದ್ಭವಿಸುವುದೂ ಉಂಟು. ಸಂಗ್ರಹಣೆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ

ಆಹಾರಧಾನ್ಯಗಳನ್ನು ಕೆಡಿಸುವ ಟ್ರಿಬೊಲಿಯಂ ಕ್ಯಾಷ್ಟನೀಯಂ (Tribolium Castaneum) ಎಂಬ ಕೀಟವನ್ನು ನಾಶಮಾಡಲು ಅದನ್ನು ೧೦,೦೦೦ ರೆಪ್ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಡಿಸಬೇಕು. ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಲು ೦.೨-೧ M ರೆಪ್ ಪ್ರಮಾಣದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಮಟ್ಟ ಸಾಕಾಗಿದೆ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ರೇಡಿಯೋ ಪ್ಯಾಸ್ಚುರೈಸೇಷನ್ (Radio Pasteurisation) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನ ಬಳಸಿದಾಗ ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳಿಗಿಂತ ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ' ಯೀಸ್ಟ್' ಜೀವಿಗಳು ಉಳಿಯುತ್ತವೆ. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ ಇಂತಹ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಅಹಿತ ವಾಸನೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ನಂಜುವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಕ್ಲಾಸ್ಟ್ರಿಡಿಯಂ ಬೊಟ್ಯುಲಿನಮ್ (Clostridium Botulinum) ಎಂಬ ಹಾನಿಕಾರಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಯನ್ನು ಮಾಂಸದಲ್ಲಿ ನಾಶಮಾಡಲು ೬ rep ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ಶಕ್ತಿ ಬಳಸ ಬೇಕಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಇದರಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ನಂಜುವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾಶ ಮಾಡಲು ಈ ಪ್ರಮಾಣ ೯ repಗೆ ಏರುತ್ತದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಸಾಲ್ಮೊನೆಲಾ (Salmonella) ಮತ್ತು ಟ್ರೈಕಿನೆಲ್ಲಾ(Trichinella)ಎಂಬ ಹಾನಿಕಾರಕ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಜೀವಿಗಳನ್ನು ಈ ಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ನಾಶಮಾಡಬಹುದು.

ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲು ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತದೆ. ಆಲೂಗೆಡ್ಡೆ ಮತ್ತು ಈರುಳ್ಳಿ ಮೊಳಕೆ ಬರದಂತೆ ಈ ರೀತಿ ತಡೆಗಟ್ಟ ಬಹುದು. ಚೆರ್ರಿ ಮತ್ತು ಸೇಬುಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಈ ಕ್ರಿಯೆಗೊಳಪಡಿಸಿ ಗುಣಲಕ್ಷಣ ಗಳಿಗೆ ಧಕ್ಕೆ ಬರದಂತೆ ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದ ಹಣ್ಣು ತರಕಾರಿಗಳ ಮೃದುತ್ವ ಹಾಗೂ ಭೌತ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಇವುಗಳ ಸ್ವೀಕಾರಾರ್ಹತೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆ ಉದ್ಭವಿಸಬಹುದು.

ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಹಲವು, ಕ್ರೋಮೊಸೋಮುಗಳು, ಪೌಷ್ಟಿಕಾಂಶ, ರುಚಿ, ಮೃದುತ್ವ, ವಾಸನೆ ಮತ್ತು ಭೌತ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಈ ಪೈಕಿ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿವೆ.

ಇಂತಹ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬಳಸುವ ಮುನ್ನ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿ ಯಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಮಾನವನ ಬೌದ್ಧಿಕ ಪ್ರತಿಭೆಗೆ ಇದು ಎಟುಕದ ಸಮಸ್ಯೆಯೇನೂ ಆಗಿಲ್ಲ.

ಗಗನಯಾನದ ಆಹಾರಗಳು

(Space Foods)

ಕಳೆದ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಗಗನಯಾನ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಪ್ರಾರಂಭ

ವಾಗಿವೆ. ಚಂದ್ರಗ್ರಹದಮೇಲೆ ಮಾನವನನ್ನು ಇಳಿಸುವಂತೆ ಮಾಡುವುದೇ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಅಂತಿಮ ಗುರಿಯಾಗಿದೆ. ತುರ್ತಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಹಾಗೂ ಅಸಾಧಾರಣ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಗಗನಯಾನಿಗಳು ಚಾಕಚಕ್ಯತೆ ಮತ್ತು ಅತ್ಯುನ್ನತ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖರಾಗಬೇಕಾಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವರಿಗೆ ವಿಶೇಷ ಬಗೆಯ ಆಹಾರಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿದೆ. ಇವು ಹೆಚ್ಚು ಪುಷ್ಟಿದಾಯಕ ಹಾಗೂ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿರಬೇಕಲ್ಲದೆ ಅಪೇಕ್ಷಿತ ರೀತಿಯ ರುಚಿ ಹಾಗೂ ವಾಸನೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರಬೇಕು. ತೂಕ, ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ಯಾಕೇಜಿಂಗ್ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಇಂತಹ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸಿದ ಆಹಾರ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿಯ ಗಾತ್ರ ಹೊಂದಿರಬೇಕು.

'ಮರ್ಕ್ಯುರಿ' ನೌಕಾಯಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೀನ್, ಮೇದಸ್ಸು, ಸಕ್ಕರೆ, ಹಣ್ಣು ಮತ್ತು ಬೀಜಗಳ ಮಧುರ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು 'ಚ್ಯೂಯಿಂಗ್ ಗಮ್'ನಂತೆ ಬಾಯಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಅಗಿದು ರಸಾಸ್ವಾದನೆಮಾಡುವಂತೆ ಸೃಜಿಸಲಾಯಿತು. ಇದರ ಜತೆಗೆ ಮಾಂಸ ಮತ್ತು ಹಣ್ಣಿನ ರಸಗಳ ದ್ರವಸಾರವನ್ನು ಮತ್ತು ಮಾಲ್ಟ್‌ಮಿಶ್ರ ಹಾಲಿನ ಗುಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಹಗುರವಾಗಿರುವ ಲೋಹದ ಕಳಚಿಕೊಳ್ಳುವ ಸಣ್ಣ ನಳಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಇಂತಹ ನೌಕಾಯಾನ ಮುಂದುವರಿಸಬೇಕಾದಾಗ ಉದ್ಭವಿಸುವ ಆಹಾರ ಸರಬರಾಜಿನ ಸಮಸ್ಯೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಸವಾಲಿನಂತಿದೆ.

ಜೆಮಿನಿ ನೌಕಾಯಾನ ೧೪ ದಿವಸಗಳವರೆಗೆ ಮುಂದುವರಿಯಬೇಕಾಯಿತು. ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಣಗಿಸಿದ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಬಳಸಲಾಗಿತ್ತು. ಕುಡಿಯುವ ನೀರಿನ ಸಮಸ್ಯೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ನೌಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಇಂಧನಕೋಶ (Fuel cell) ನೆರವು ನೀಡಿತು. ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಗಿಯಲು ಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ ಒಣಗಿಸಿದ ಆಹಾರದ ತುಣುಕುಗಳನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಪುನಃ ನೆನೆಸಿ ಬಳಸಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಮಾತ್ರ ಈ ರೀತಿ ಮಾಡದೆ ನೇರವಾಗಿ ಸೇವಿಸುವ ಸೌಲಭ್ಯವೂ ಇತ್ತು. ಸಕ್ಕರೆಯಲ್ಲಿ ಘನೀಭೂತಗೊಳಿಸಿದ ಹಣ್ಣಿನ ಚೂರುಗಳು, ಸಾಸೇಜ್ ಪಾಟ್ಟೀಸ್ (Sansage Patties), ಮೀನಿನ ಸಲಾಡ್, ಚೀಸ್ ಸ್ಯಾಂಡ್‌ವಿಚ್, ಆಪ್ರಿಕಾಟ್ ಪುಡಿಂಗ್, ಕಿತ್ತಳೆ-ದ್ರಾಕ್ಷಿರಸದ ಪಾನೀಯ, ಹದಗೊಳಿಸಿದ ಹುರಿದ ದನದ ಮಾಂಸ, ಟೋಸ್ಟ್‌ಬ್ರೆಡ್ ತುಣುಕುಗಳು, ಅನಾನಸ್ ಹಣ್ಣಿನ ಟೀ, ಆಲೂಗಡ್ಡೆ, ಸೂಪ್, ಸೇಬುಸಾಸ್, ಅಗಿಯುವ ಚಿಕನ್ ತುಣುಕುಗಳು ಜೆಮಿನಿ ನೌಕಾಯಾನದಲ್ಲಿ ಸರಬರಾಜಾದ ವಿವಿಧ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳಾಗಿದ್ದವು. ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯ ಹಾಗೂ ಆಧುನಿಕ ಆಹಾರವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸಲು ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ತೀವ್ರವೇಗದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿವೆ.

ದಿಟ, ಇದೊಂದಚ್ಚರಿ
ಅಚ್ಚರಿ ಎನೆ ಅಚ್ಚರಿ
ಕುವರಿ ಇವಳು ಏನು ತಿಂದರೂ ಅದು
ಕುವರಿ ಇವಳೆ ಆಗಿ ಬಿಡುತದಲ್ಲರೀ

ಮೂಲ : ವಾಲ್ಟರ್ ಡಿ ಲಾ ಮೇರ್ ಅನುವಾದ : ಪು.ತಿ.ನ.

ಡಾ|| ಎಂ. ಸಿರ್ಸಿ
ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಔಷಧಿಗಳಿಂದ ಮಾನಸಿಕ ಪರಿಣಾಮಗಳು

ವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ವಿಧ—ದೇಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದವು ದೈಹಿಕವ್ಯಾಧಿಗಳು ; ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದವು ಮಾನಸಿಕವ್ಯಾಧಿಗಳು. ಔಷಧಿಗಳ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಅನುಪತ್ಯ ದಿಂದ ದೈಹಿಕವ್ಯಾಧಿಗಳ ಉಪಶಮನಕ್ರಮ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿ ಬಂದಿದೆ. ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಂತಹ ನೇರವಾದ ಮಾರ್ಗ ದೊರೆತಿರಲಿಲ್ಲ. ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವ ಔಷಧಿಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಗದಿದ್ದುದು ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಹೀಗಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ವೈದ್ಯಕೀಯಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಲ್ಲಿ ದೈಹಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳಿಗೆ ಲಭಿಸಿರುವಷ್ಟು ಗಮನ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳಿಗೆ ಸಿಗಲಿಲ್ಲ. ಈಚಿಗೆ ಮನಸ್ಸು ಮತ್ತು ವರ್ತನೆಗಳೆರಡರ ಮೇಲೂ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಗಳಾಗುವ ಪ್ರಬಲ ಔಷಧಿಗಳು ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿವೆ. ಹಿಂದಿನ ಚಿತ್ರವು ಈಗ ಬದಲಾಗಿದೆ. ಮನಸ್ಸಿನ ಖಾಯಿಲೆಗಳು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ಹೊರಗಾದಂಥವು ಎಂದು ಇನ್ನುಮೇಲೆ ತಿಳಿಯುವಂತಿಲ್ಲ.

ಮನಸ್ಸಿನ ವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನ ಬಲು ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ಕಲೆ. ಒಂದೇ ತರಹದ ಲಕ್ಷಣ ಗಳಿರುವ ಸಂದರ್ಭವಲ್ಲೂ ಪರಿಣತರು ವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನದ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಒಮ್ಮತಕ್ಕೆ ಬರುವುದು ಅಪೂರ್ವ. ಹೀಗಿರುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯರು ಅಥವಾ ಮಾನಸಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಿಣತಿ ಪಡೆಯದ ಇತರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಈ ವ್ಯಾಧಿಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಗೊಂದಲ ಕ್ಕೀಡಾಗುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯವಲ್ಲ.

ಮಾನಸಿಕವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನ

ಮಾನಸಿಕವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನವನ್ನು ಕುರಿತು ಹಿಂದೆ ಏನೂ ಚಿಂತನೆ ನಡೆಯಲೇ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಅರ್ಥವಲ್ಲ. ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದ ಹಲವಾರು ಉಲ್ಲೇಖಗಳಲ್ಲಿ ನಾನಾ ವಿಧದ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮಗಳು, ಅವುಗಳಿಗೆ ಲಭಿಸಿರುವ ಯಶಸ್ಸು, ಇವುಗಳ ವರದಿ ಇವೆ. ದೇವತೆಗಳ ಅನುಗ್ರಹ ಸಂಪಾದನೆಗಾಗಿ ಯಜ್ಞ, ದಾನ, ಇತ್ಯಾದಿ ; ಆಹಾರ

ಸೇವನೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ನಿರಾಹಾರದವರೆಗೂ ಸಾಧಿಸಿದ ಕಡುನಿಯಂತ್ರಣ; ಸ್ವಂತ ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಲು ದೈಹಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಮೇಲೆ ಹಿಡಿತ; ಗಿಡಮೂಲಿಕೆಗಳ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಸ್ವಂತ ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲಾಗುವ ಪರಿಣಾಮ; ಇವುಗಳಿಂದ ಮನಸ್ಸಿನ ರಚನೆ, ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಪಡೆಯಲು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯತ್ನ—ಇವೇ ಮುಂತಾದುವು ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನಿಗಿದ್ದ ಕುತೂಹಲಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನಗಳು.

ಆದುದರಿಂದ ಆಧುನಿಕಯುಗದಲ್ಲಿ ಔಷಧಿಗಳ ಮೂಲಕ ನಡೆಸಿರುವ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನ, ಚಿಕಿತ್ಸೆ, ನಿಯಂತ್ರಣ ಕ್ರಮಗಳು ಹೊಸತೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಇವೂ ಒಂದು ಹೊಸಮಾರ್ಗ. ನೂತನ ಸಮರ್ಥ ಚಿಕಿತ್ಸಾ ಕ್ರಮಗಳಿಂದ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ದೊರೆತಂತಾಗಿದೆ.

ಇಂದು ಮಾನಸಿಕವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನು ದೈಹಿಕವ್ಯಾಧಿಗಳಂತೆಯೇ ಔಷಧಿ ಪ್ರಯೋಗ ಗಳಿಂದ ಗುಣಪಡಿಸಬಹುದು. ಈ ಔಷಧಿಗಳ ವಿವಿಧ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಅಭ್ಯಾಸ ದಿಂದ ಮಾನಸಿಕವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನಕ್ರಮದಲ್ಲಿಯೇ ಹೊಸತೊಂದು ಮಾರ್ಗ ನಿರ್ಮಾಣ ವಾಗಿದೆ. ಮನಸ್ಸನ್ನು ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ (Biochemistry) ಪರಿಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ ಎಂದು ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

ಮನಸ್ಸನ್ನೂ, (ಮನುಷ್ಯನ) ವರ್ತನೆಯನ್ನೂ ಪ್ರಭಾವಗೊಳಿಸುವ ಔಷಧಿ ಗಳು ಹಲವಾರು ಇವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು (i) ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ಸ್ (Pyschotomimetics) (ii) ಸೈಕೋಮೋಟಾರ್ ಉತ್ತೇಜನಕಾರಿ (Psychomotor stimulants) ಗಳು ಅಥವಾ ನರಶಕ್ತಿ ವರ್ಧಕ (energisers) ಗಳು ಮತ್ತು (iii) ಶಮನಕಾರಿ (Tranquilizers) ಗಳು ಎನ್ನುವ ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಅಭ್ಯಸಿಸಬಹುದು.

೧. ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳು

ಇವುಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಮನಸ್ಸು ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗಿ ಅವನಲ್ಲಿ ನಿಜವಾದ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು—ಇವು ಒಂದು ಬಗೆಯ ಮಾನಸಿಕ ವಿಕಲ್ಪ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಔಷಧಿಗಳು. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಈ ವಿಕಲ್ಪ ಸ್ಥಿತಿಗಳ ಉದ್ಭವನೆ ಇವುಗಳ ಒಂದೇ ಅಥವಾ ಮುಖ್ಯ ಗುಣವಲ್ಲ. ಅವು ಉಂಟು ಮಾಡುವ ಮಾನಸಿಕ ವಿಕಲ್ಪಸ್ಥಿತಿಯು ಮನಸ್ಸಿನ ರಚನೆ, ವರ್ತನೆಗಳ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉತ್ತಮವಾದ ಮಾರ್ಗವಾಗಿದೆ.

ಇತರ ಅನೇಕ ಔಷಧಿಗಳೂ ಸಹ, ದೊಡ್ಡಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸಿದಾಗ, ದೇಹ ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸುಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುತ್ತವೆ. ಈ ಪರಿಣಾಮ ಎಷ್ಟೋಸಲ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಪರಿಣಾಮವನ್ನೇ ಹೋಲುವುದುಂಟು. ಆದುದ

ರಿಂದ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೀಗೆ ವಿವರಿಸಬಹುದು.

"ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳು ದೇಹದ ಸ್ವತಂತ್ರ ನರವ್ಯವಸ್ಥೆಯ (Autonomic Nervous System) ಮೇಲೆ ವಿಶೇಷ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರದೇ ಅಥವಾ ಅವುಗಳ ಅಮಲು ಏರುವಂತೆ ಮಾಡದೇ, ಭಾವನೆ, ಪರಿಶೀಲನೆ, ಮನೋಭಾವ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ವೇಳೆ ನಿಲುವುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟುಮಾಡುವುವು. ಇಂತಹ ಕಾರಕಗಳನ್ನು ಅಧಿಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುವುದರಿಂದ ಭ್ರಮೆ, ನೆನಪಿನಲ್ಲಿ ಶೈಥಿಲ್ಯ, ಮಂಕು ಮತ್ತು ಕೆಲವುವೇಳೆ ಚೇತನಾಜಡತೆ ಸಹ ತಲೆದೋರಬಹುದಾದರೂ ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳು ಕಾರಕಗಳ ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣವೇನೂ ಅಲ್ಲ."

ಮಾರ್ಫೀನ್ (Morphine), ಕೊಕೇನ್ (Cocaine) ಅಟ್ರೋಪೀನ್ (Atropine) ಮತ್ತು ಇವುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಇತರ ಔಷಧಿಗಳು, ಹಾಗೂ ಸ್ಪರ್ಶ ಜ್ಞಾನ ನಿರೋಧಿಗಳೂ (Anaesthetics), ವೇದನಾ ಪ್ರತಿಬಂಧಿಗಳೂ (Analgesics), ನಿದ್ರಾಜನಕಗಳೂ ಮೇಲಿನ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯ ಪ್ರಕಾರ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕು ಗಳಲ್ಲ. ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬಿಟ್ಟರೂ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯ ಒಳಗೆ ಬರುವ ಔಷಧಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವಿಪರೀತವಾಗಿಯೇ ಇದೆ. ಅಝ್ಟೆಕ್ (Aztec) ಮತ್ತು ಅಸ್ಸಾಸಿನ್ (Assassin), ಕರೀಬ್ (Carib) ಮತ್ತು ಬರ್ಸೆರ್‌ಕರ್ (Berserker) ನಾಗರೀಕತೆಗಳಲ್ಲೂ ಸೈಬೀರಿಯಾ ಮತ್ತು ಚೈನಾ, ಭಾರತ ಮತ್ತು ಆಫ್ರಿಕಾ ಮುಂತಾದ ಹಲವಾರು ದೇಶಗಳ ಪ್ರಾಚೀನ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳಲ್ಲೂ ಹುದುಗಿರುವ ಈ ಔಷಧಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವಿದ್ವಾಂಸರ ಲೆಕ್ಕಕ್ಕೂ ಸಿಕ್ಕದಷ್ಟಿದೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ವನಸ್ಪತಿ ಜನ್ಯಗಳೇ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಇಂದು ಸಂಯೋಗ ತಯಾರಿಕೆಯ ಕಾರಕಗಳೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತಿವೆ. ದೇಹ ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸುಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ಕಾರಕಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಣಾಮ ಗಳು, ಆ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧ, ಇವುಗಳ ವಿಚಾರ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೂ ಹೆಚ್ಚು ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಈ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ವರದಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಬೇಕಾಗಿದೆ ಮತ್ತು ತನ್ಮೂಲಕ ದೇಹ, ಮನಸ್ಸುಗಳ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಭ್ಯಾಸ ಇನ್ನೂ ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳ ಪ್ರಭಾವಗಳು

ಶೈಸೋಫ್ರೇನಿಯಾ (Schizophrenia) ಎನ್ನುವ ಮನಸ್ಸಿನ ಖಾಯಿಲೆ (ಒಂದು ವಿಧದ ಹುಚ್ಚು!) ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಪ್ರಾಯಪ್ರಬುದ್ಧರಾಗುವಾಗ (೧೬-೨೦ ವರ್ಷ) ಬರುವುದುಂಟು. ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳ ಪ್ರಯೋಗ ದಿಂದ ಆರೋಗ್ಯವಂತರಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಈ ಖಾಯಿಲೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡ ಬಹುದು.

ಮನಸ್ಸಿನ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮದಲ್ಲಿ LSD (Lysergic acid diethylamide) ಎನ್ನುವ ಕಾರಕವನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಸುಪ್ತ ಭಾವನೆಗಳು ಪ್ರಕಟಿತವಾಗುವುವು. ಇದರಿಂದ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ನಡೆಸುವುದು ಸುಲಭ.

ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಮತ್ತು ಮನೋರೋಗದ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಸಿಸುವವರಿಗೆ ಈ ಕಾರಕಗಳು ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿ. ಆರೋಗ್ಯಕರವಾಗಿರುವ ಮನಸ್ಸಿನ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಈ ಕಾರಕಗಳು (ಸ್ವಂತ ಸೇವನೆ ಮಾಡುವುದರ ಮೂಲಕ) ಸಹಾಯಕವಾಗುವುವು. ಈ ಕಾರಕಗಳು ಸಮಾಜದ ನೈತಿಕ ಮತ್ತು ಮತೀಯ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳ ಮೇಲೆಯೂ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಬಲ್ಲುವು.

ಮನೋವಿಕಾರದ ಮಾದರಿ

ಔಷಧಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಇತರರ ಮನಸ್ಸಿನಮೇಲೆ ಏನು ಪರಿಣಾಮವಾಗುವುದೆಂದು ನಮಗೆ ತಿಳಿಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅವರ ಹೇಳಿಕೆಯ ಅಥವಾ ವರ್ತನೆಯ ಮೇಲೆಯೇ ಈ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಬೇಕು. ಆದರೆ ಇವು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಒಂದು ಸೂತ್ರವನ್ನು ನೀಡಲಾರವು. ಆದುದರಿಂದ ಮನೋವಿಕಾರದ ಮಾದರಿಯನ್ನು ಸ್ವಂತ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೇ ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಮಿಗಿಲಾದ ಮಾರ್ಗ ಬೇರೆ ಇಲ್ಲ. ಮೊರೆಲ್ ಎನ್ನುವವರು ಒಂದು ಶತಮಾನಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹಿಂದೆಯೇ ಈ ದಾರಿ ತುಳಿದರು. ಅವರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಗಾಂಜಾ ಸೇವನೆ ಮಾಡಿಸಿ ಮನೋವಿಕಾರಗೊಂಡ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಎಂಥ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿರುವರೆನ್ನುವುದನ್ನು ತಿಳಿಯಪಡಿಸಿದರು.

ಮನಸ್ಸಿನಮೇಲೆ ಆಧುನಿಕ ಔಷಧಿಗಳ ಪರಿಣಾಮ ಅರಿಯಬೇಕಾದರೂ ಇರುವ ಮಾರ್ಗ ಮೊರೆಲ್‌ನದೇ—ಸ್ವಂತ ಪ್ರಯೋಗ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಶೀಲ ವ್ಯಕ್ತಿ, ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಎಷ್ಟೋಸಲ ಒದಗುವ ಪ್ರತಿಕೂಲ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನೂ, ಅಪಾಯಗಳನ್ನೂ, ಎದುರಿಸಲು ಮತ್ತು ಅನುಭವಿಸಲು ಸಿದ್ಧನಾಗಿರಬೇಕು. ಅಜ್ಞಾತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಗೆ ವೈಮಾನಿಕರು ಕುತೂಹಲದಿಂದ ಧಾವಿಸುವ ದಿಟ್ಟತನ ಅವನಲ್ಲಿ ಬರಬೇಕು. ಎಂತಹ ಪ್ರಾಜ್ಞರಿಗೂ ಇಂತಹ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅಪಾಯ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಕುತೂಹಲಿಯು ಹಿಂದಿನಂತೆ ಇಂದೂ ಬಲು ಕಿರಿಯ ಬಹುಮಾನಗಳಿಗಾಗಿ ಅತಿ ದೊಡ್ಡ ಸಾಹಸ ಕೈಗೊಂಡುದಕ್ಕೆ ನಿದರ್ಶನಗಳಿವೆ.

ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡದೇ ಮನೋವಿಕಾರ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಇತರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ನಡೆದಿವೆ. ಆವರಣದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಅಥವಾ ವಿಶೇಷರೀತಿಯ ಆವರಣದ ನಿರ್ಮಾಣದಿಂದ ಮಾನಸಿಕ ವಿಕಲ್ಪ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ವಿಪರೀತ ವೇಗದ ಪ್ರಯಾಣಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕ್ಷಿಪ್ರ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಮನುಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಮನೋದೈಹಿಕ ಮತ್ತು ಮನೋರಾಸಾಯನಿಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಲಿಜದ (Liver) ಕೆಲಸವನ್ನು ಇಂತಹ ಪ್ರಸಂಗ ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸುವುದರಿಂದ ಮನೋವಿಕಾರವಾಗುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಕಲಿಜದ ಮೂಲಕ ಶುದ್ಧೀಕೃತವಾಗುವುವು. ಆದರೆ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಕ್ಷಿಪ್ರವೇಗದ ಪ್ರಯಾಣಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಗನಗಾಮಿಗಳು ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣಕ್ಷೇತ್ರದಿಂದ ದೂರವಾದಾಗ, ಗಗನಮಡಿಗೆಯ ಭಾರದ ಒತ್ತಡ ಜಾಸ್ತಿಯಾದಾಗ, ಕಲಿಜದ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲತೆ ಕಡಮೆಯಾಗುವುದು. ಹೀಗಾಗಿ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಶುದ್ಧೀಕೃತವಾಗದೆ ದೇಹದಲ್ಲಿಯೇ ಉಳಿಯುವುವು. ಇದರಿಂದ ಮನೋವಿಕಾರ ಉಂಟಾಗುವುದು.

ಮಾದಕದ್ರವ್ಯ ಸೇವನೆ, ಮಿತಿಮೀರಿ ಕಾಫಿ ಪಾನ, ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪು ತಿನ್ನುವುದು ಇವೆಲ್ಲ ಮನಸ್ಸಿನಮೇಲೆ ಕೆಟ್ಟ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಲ್ಲವು.

LSD-25 ಔಷಧಿಯ ಪ್ರಯೋಗ ಇನ್ನೂ ಪ್ರಾರಂಭಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಮಾನಸಿಕ ರೋಗ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಔಷಧಿ ತುಂಬ ಉಪಕಾರಿಯಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಕೆಲವು ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ನರಸಂಬಂಧ ವ್ಯಾಧಿಗಳಿಂದ ನರಳುತ್ತಿರುವವರಿಗೆ ಇದನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇಂತಹ ಅನುಭವ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಮಾನಸಿಕರೋಗದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕವಾಗುತ್ತದೆ.

ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಅನುಭೂತಿ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು (ಉತ್ತಮ ಗುಣಗಳ ಮೊತ್ತ) ವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಎಲ್ಲ ಹೊಸ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮಗಳೂ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ಫಲಿತಾಂಶ ನೀಡುತ್ತವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ನಿಜವಾದ ಯೋಗ್ಯತೆಯನ್ನು ಅಳೆಯುವಾಗ ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಮುಂದುವರಿಯಬೇಕು.

ಮನೋವಿಕಾರದ ಮಾದರಿ ಮತ್ತು ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮ

ಕಾರಕಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಮನೋವಿಕಾರವನ್ನು ಅವುಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವ ಔಷಧಿಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಮೆಸ್ಕಲೀನ್ (Mescaline) ಎನ್ನುವ ಕಾರಕವನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸೇವನೆಗೆ ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಅವರಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಮನೋವಿಕಾರದ ಛಾಯೆಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು. ಸೋಡಿಯಂ ಸಕ್ಸಿನೇಟ್ (Sodium Succinate) ಎನ್ನುವ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಕುಡಿಸಿದಾಗ ಮೊದಲು ಕಾಣಿಸಿದ ಮನೋವಿಕಾರದ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಡಮೆಯಾದುವು.

LSD-25ರಿಂದ ಒದಗುವ ಮನೋವಿಕಾರವನ್ನು ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜಿನ್ (Chlorpromazine), ಎಜಾಸೈಕ್ಲೊನಾಲ್(Azacyclonal), ನಿಕೊಟಿನಿಕ್ ಆಮ್ಲ (Nicotinic acid) ಮತ್ತು ರಿಸರ್ಪಿನ್ (Reserpine) ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿಗೆ ತರುವುವು.

ಮನೋವಿಕಾರವನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡುವ ಕ್ರಮವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಹೇಗೆ ಅಗತ್ಯವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಯಾವ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಅದು ಉಲ್ಬಣಗೊಳ್ಳುವುದು ಎಂದು ತಿಳಿಯುವುದೂ ಅಗತ್ಯ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ ಗಾಂಜಾ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಮನೋವಿಕಾರ ಸ್ಥಿತಿ ಮತ್ತು ಶ್ಕಿಸೋಫ್ರೇನಿಯಾ ವ್ಯಾಧಿಗ್ರಸ್ಥರ ಮನಸ್ಥಿತಿ ಅಟ್ರೊಪೀನ್ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಉಲ್ಬಣಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳು ಮತ್ತು ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರ

ಚಿತ್ತಭ್ರಮೆ, ವಿಕಲ್ಪ, ಭ್ರಾಂತಿ ಮುಂತಾದ ಮನಸ್ಸಿನ ನಾನಾಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಮ್ಮ ತಿಳಿವಳಿಕೆಗಳನ್ನು ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಕಾರಕಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ವರ್ಧಿಸಬಹುದು. ಈ ಜಾತಿಯ ಕೆಲವು ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಿದವರು ತಾತ್ಕಾಲಿಕವಾಗಿ ಮಹಾತ್ಮರ ಮನೋಭಾವದ ಅನುಭವವನ್ನು—ಅಂದರೆ ಅನುಭೂತಿ ಶಕ್ತಿ, ಸಕಲ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗವನ್ನೂ ಸಮಾನವಾಗಿ ಆತ್ಮೀಯತೆಯಿಂದಲೂ ವಿಶ್ವಾಸದಿಂದಲೂ ನೋಡುವ ಗುಣ—ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲ ಪಡೆದಿರುವುದಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಈ ವರ್ಗದ ಕೆಲವು ಔಷಧಿಗಳು ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯತೆಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವ ಗುಣ ಹೊಂದಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ ಇವುಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಶೂನ್ಯತೆ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದರೇನು, ಇದರ ಕಾರಣವೇನು ಎಂಬ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಅನುಭವದ ಅನ್ವೇಷಣೆ

ಮನೋವಿಕಾರದ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ತಿಳಿಸುವುದು ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಕಾರಕಗಳ ಗುಣವಾದರೂ ಬೇರೆ ವಿಧದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೂ ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಬೇಡವೆ? ಇಂತಹ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ—ಬೇರೆ ಹಲವಾರು ಔಷಧಿಗಳ ಸೇವನೆ, ಕಠಿಣ ದೇಹದಂಡನೆಯಿಂದ ಉಗ್ರತಪಸ್ಸಿನ ಆಚರಣೆ, ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿ ಏಕಾಂಗಿಯಾಗಿ ದೀರ್ಘಕಾಲ ವಾಸ, ಮಂತ್ರಾಲಯಗಳಲ್ಲಿನ ಹೋಮಧೂಮದಲ್ಲಿಯೇ ಧ್ಯಾನ, ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಉಪವಾಸಾಚರಣೆ—ಇವೆಲ್ಲ ದಾರಿಗಳ ಮೂಲಕ ಶತಮಾನಗಳಿಂದ ಮನುಷ್ಯನು ಕೆಲವು ಬೆಲೆಯುಳ್ಳ ಅನುಭವಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿಕೊಂಡು ಪೋಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದಿರುತ್ತಾನೆ.

ಮನಸ್ಸು, ಅನುಭವ (Mind and Experience) ಪರಸ್ಪರ ಅತ್ಯಂತ ನಿಕಟಾನುವರ್ತಿಗಳು. ಅನುಭವವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದು ಮತ್ತು ಬೇಕಾದ ಒಂದು ಮಿತಿಗೆ ಒಳಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಮನೋರೋಗ ವೈದ್ಯರು ಮತ್ತು ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮನಸ್ಸಿಗಿಂತಲೂ ಅನುಭವದ ಕಡೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾಧಾನ್ಯ ನೀಡಿದ್ದಾರೆ. ವಿವಿಧ ಅನುಭವ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕಾರಕಗಳ ವರದಿಯನ್ನು ಹ್ಯಾವ್ಲಾಕ್

ಎಲ್ಲಿಸ್, ಆಲ್ಡಸ್ ಹಕ್ಸ್ಲೀ ಮುಂತಾದ ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರಪಂಡಿತರು ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇವರೆಲ್ಲರೂ ಅನುಭವದ ಬೆಲೆಯನ್ನು ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಒತ್ತಿ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ಸ್ವಂತ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಅನುಭವ ಗಳಿಸಿದ ಕೆಲವು ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಅದು ಭಯಪ್ರದವಾಗಿದೆ, ಇನ್ನು ಕೆಲವರಿಗೆ ಅತಿ ಸುಂದರವಾಗಿದೆ. ಅನುಭವದ ಬಹ್ವಂಶ ವರ್ಣನಾತೀತವೆಂದು ಎಲ್ಲರೂ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ.

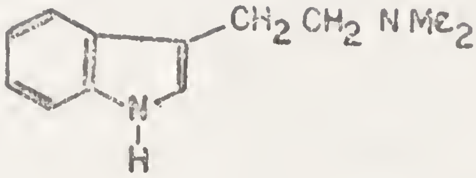
ಹೀಗೆ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಬೇರೊಂದು ಅವಸ್ಥೆಗೆ ಒಯ್ಯುವ ಕ್ರಮ ಹೊಸತೇನೂ ಅಲ್ಲ. ವೇದಾಂತ ಮತ್ತು ಕೆಲವೆಡೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೂ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವಾಗಿದೆ. ಯೋಗ ಮುಂತಾದ ಸಾಧನೆಯ ಮಾರ್ಗಗಳು ಹೀಗಾಗಿ ಹುಟ್ಟಿವೆ. ಪವಾಡಪುರುಷರು ಅಥವಾ ಯೋಗಿಗಳು ಮನಸ್ಸಿನ ಅತೀಂದ್ರಿಯಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಂಥ ಕ್ರಮ ನಮಗೆ ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವ ತರ್ಕಶಾಸ್ತ್ರ ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಒರೆಗಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಆಭಾಸವೆಂದು ತೋರಿದರೂ, ಅಸಾಧ್ಯವೆಂದೆನಿಸಿದರೂ, ಅದು ಉಂಟೆಂಬುದು ನಿಜ. ಅದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಗಮನವೀಯಬೇಕು.

ನಾನು ಎನ್ನುವಂಥಾದ್ದು ಬ್ರಹ್ಮನ ಒಂದು ಸ್ವರೂಪವೋ ಅಥವಾ ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಆರ್ಥಿಕ ಸಾಮಾಜಿಕವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೊತ್ತವೋ ಅಥವಾ ವಿಶ್ವವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಒಂದು ಅಂಗವೋ ಅಥವಾ ಬರೀ ಯಾಂತ್ರಿಕವಾಗಿ ಕ್ರಿಯೆ—ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಿರ್ವಹಿಸುವಂತಹ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯೋ, ಇವೆಲ್ಲ ಅಂಶಗಳೂ ವಿಶೇಷ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಬೇಕಾದವುಗಳೇ !

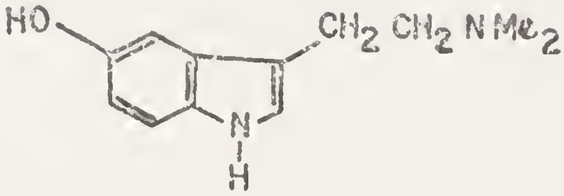
ನಾವಿರುವ ಲೋಕದ ಮೇಲೆ ನಮ್ಮ ನಂಬಿಕೆಗಳು ತುಂಬ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವುವು. ಈ ಲೋಕ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ನಾವು ಹೇಗೆ ನಿರ್ಮಿಸುತ್ತೇವೋ ಹಾಗೆ ಇರುತ್ತದೆ. ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಲೋಕದ ಚಿತ್ರ ಒಂದುಸಲ ಅಚ್ಚೊತ್ತಿ ನೆಲೆನಿಂತರೆ ಅದನ್ನು ಪುನಃ ಬದಲಾಯಿಸುವುದೇ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟದ ಸಂಗತಿ. ಕೆಲವು ಔಷಧಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಮತ್ತು ಯೋಗಾಭ್ಯಾಸ ಮುಂತಾದ ಕ್ರಮಗಳಿಂದ ಮನಸ್ಸು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಂಡು ಮೂಲಭೂತ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮಾಯವಾಗಿ ಲೋಕವನ್ನು ಪುನಃ ಸರಳರೀತಿಯಿಂದ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು.

ಮನಃಪರಿವರ್ತನೆಯಿಂದ ಅನಾಗರಿಕ, ಕುತಂತ್ರ, ದುಷ್ಟ ಮತ್ತು ವಿಲಾಸಪ್ರಿಯ ದಾನವನನ್ನು ಸುಸಂಸ್ಕೃತ ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಕ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲ ಮಾನವನನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

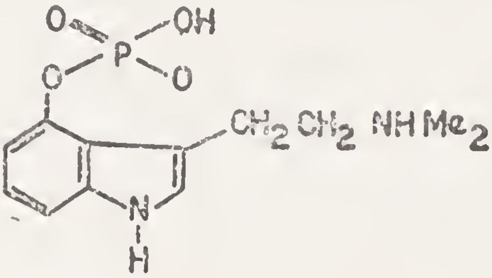
ಮನಸ್ಯನ ಮೇಲೆ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಬಲ್ಲ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಅಣಬೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇತರ ಕೆಲವು ಸಸ್ಯ ವಿಶೇಷಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವುವು ಎಂದು ಮೊದಲು ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಮನಸ್ಸಿನ ಮೂಲಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೇ ಇವು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಿರುವುವು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅರಿತಿದ್ದ ವೈದ್ಯರು, ಮಾಂತ್ರಿಕರು,



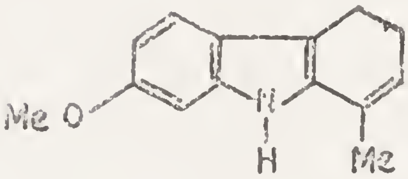
N. N-ಡೈಮೀಥೈಲ್ ಟ್ರಿಪ್ಟಮೀನ್



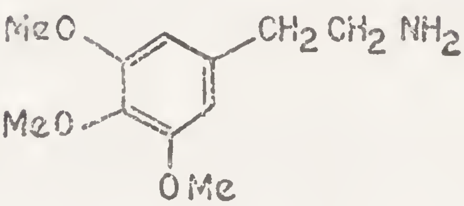
ಬಫೋಟಿನಿನ್



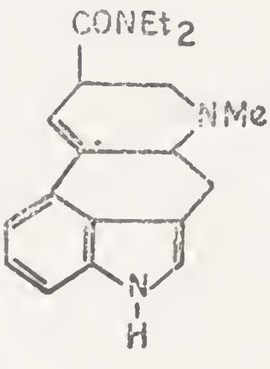
ಸೈಲೋಸೈಬಿನ್



ಹರ್ಮಲೀನ್



ಮೆಸ್ಕಲೀನ್



LSD-25 (ಲೈಸರ್ಜಿಕ್ ಆಮ್ಲದ ಥೈಈಥೈಲ್ ಆಮೈಡ್)

ಸೈಕೋಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಔಷಧಗಳು

ಮಾಟಗಾರರು ಮುಂತಾದವರು ಈ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯನ್ನು ಹಲವಾರು ವೇಳೆ ದುರುಪಯೋಗ ಪಡಿಸಿರುವುದೂ ಉಂಟು. ಈ ಔಷಧಿ ಸೇವಿಸಿದಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿ ಜಾಗ್ರತ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಕಾಲ ಮತ್ತು ಸ್ಥಳಗಳ ಅರಿವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತಾನೆ. ಇಂಥವನ ಅನುಭವ ಸಾರಾಯಿ, ಮಾರ್ಫಿನ್ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಿ

ಪ್ರಜ್ಞಾಹೀನರಾದವರ ಅನುಭವಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದುದು. ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಸೇವನೆ ಮಾಡಿದವನಿಗೆ ವಿವಿಧ ವರ್ಣವಿನ್ಯಾಸ ಸುಳಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದುಂಟು.

ಪಿಪ್ಟಡೀನಿಯ ಪೆರಿಗ್ರಿನ (Piptodinea perigrina) ಎನ್ನುವುದು ಬಾಳು ಬಿಡುವ ಒಂದು ಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯ. ಇದರ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿ N, N-ಡೈಮೀಥೈಲ್ ಟ್ರಿಪ್ಟಮೀನ್ (N, N-dimethyl tryptamine) ಎನ್ನುವ ಭ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರವ್ಯವಿದೆ. ಇದರ ಪುಡಿಯನ್ನು ಒಂದು ಕೊಳವೆಯ ಮೂಲಕ ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮೂಸಿದರೆ ಭ್ರಾಂತಿ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಅಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇದು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಉನ್ಮಾದವನ್ನೇ ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕದ ಕೆರ್ರಿಬಿಯರ್ನ್ ದ್ವೀಪದ ಮತ್ತು ಒರಿನೋಕೋ ಪ್ರದೇಶದ ಆದಿವಾಸಿಗಳು ಈ ಬೀಜಗಳ ಪುಡಿಯನ್ನು ನಶ್ಯದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಕೊಹೋಬಾ ಅಥವಾ ನೋಪೋ ಎಂದು ಈ ಚೂರ್ಣದ ಹೆಸರು.

ಬಫೋಟೆನಿನ್ (Bufotenin) ಎನ್ನುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರವ್ಯ ಇನ್ನೊಂದು ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಜಾತಿಯ ಕಪ್ಪೆಗಳ ಗ್ರಂಥಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದು ಸಂಗ್ರಹಿತವಾಗಿರುವುದು ಅಚ್ಚರಿಯ ಸಂಗತಿ. ಪ್ರಾಚೀನ ಚೀನೀಯರಿಗೆ ಈ ಸಂಗತಿ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಅವರ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ಹೆಸರು ಶಾನ್ ಸೂ (Ch'an Su). ಅಮನಿಟ ಮಪ್ಪ (Amanita mappa) ಎಂಬ ಅಣಬೆಯಲ್ಲೂ ಇದು ದೊರೆಯುವುದು.

ನಾಯಿ ಕೊಡೆಗಳು ಭ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಮೆಕ್ಸಿಕೊ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯ ಅಮೆರಿಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಮನಸ್ಸಿನ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಲು ನಾಯಿಕೊಡೆಗಳನ್ನು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸೈಲೋಸೈಬಿನ್ (Psilocybin) ಎನ್ನುವ ರಾಸಾಯನಿಕವನ್ನು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸಿದರೆ ಸೈಕೊಟೋಮಿಮೆಟಿಕ್ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟಾಗುವುದು.

ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕದ ಮೂಲ ನಿವಾಸಿಗಳು ಅಯಾಹೌಸಿಯ (Ayahausea), ಯಾಗೆ (Yage), ಹೌಂಟೊ (Haunto) ಎಂಬ ಹೆಸರುಗಳಿಂದ ಕರೆಯುವ ಸಸ್ಯ ಒಂದಿದೆ. ಪೆಗನಮ್ ಹರ್ಮಲಾ (Peganum harmala) ಎನ್ನುವುದು ಅದರ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಹೆಸರು. ಹರ್ಮಲೀನ್ (Harmaline) ವಿಭಾಗದ ಬಲು ತೀಕ್ಷ್ಣ ಸ್ವರೂಪದ ಸಸ್ಯಕ್ಷಾರ ಇದರಲ್ಲಿದೆ. ಈ ಸಸ್ಯದ ಕಷಾಯ ಕುಡಿಸುವುದರಿಂದ ಹುಚ್ಚು ಅಥವಾ ಉನ್ಮಾದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಬರಿಸಬಹುದು. ಇದನ್ನು ಟೆಲಿಪತೀನ್ (Telepathine) ಎಂದೂ ಕರೆಯುವುದುಂಟು.

ರಿವಿಯಾ ಕೊರಿಂಬೋಸಾ (Rivea corymbosa) ಅಥವ ಒಲೋಲಿಯುಕಿ (Ololiuqui) ಎನ್ನುವುದರ ಬೀಜಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಆಸವಕ್ಕೆ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಗುಣಗಳಿವೆಯೆಂದು ಅಝ್ಟೆಕ್ ಜನಾಂಗಕ್ಕೆ ತಿಳಿದಿತ್ತು.

ಆಫ್ರಿಕಾದ ಕುರುಚಲು ಗಿಡ ಟಬರಾಂತ ಇಬೊಗಾ (Tabarantha iboga). ಇದರ ಬೇರಿನ ತೊಗಟೆ ಕೇಂದ್ರ ನರವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗುವುದೆಂಬುದು ಆಫ್ರಿಕಾ ನಿವಾಸಿಗಳಿಗೆ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ.

ಪಾಪಾಸು ಕಳ್ಳಿಯ ಒಂದು ವಿಭಾಗವಾದ ಲೆಫೊಫೊರಾ ವಿಲಿಯಂಸ್ಸೈ (Laphophora williamsii) ಅಥವ ಪಿಯೋಟೆ (Peyote) ಅಥವ ಮೆಸ್ಕಲ್ (Mescal) ಎನ್ನುವುದು ಅತಿ ಪ್ರಧಾನವಾದ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್. ದಪ್ಪವಾದ ಈ ಕಳ್ಳಿಯ ಎಲೆಗಳ ತುಂಡುಗಳನ್ನು ಒಣಗಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಹಬ್ಬ ಕೋಲಗಳಲ್ಲಿ ಚಿತ್ತಭ್ರಾಂತಿಯುಂಟುಮಾಡಲು ಮೆಕ್ಸಿಕೊ ಮುಂತಾದೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಲವಾಸಿಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇವರ ಪಂಥವನ್ನು ಪಿಯೋಟಿಜಂ (Peyotism) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿನ ಔಷಧಿಯ ಸತ್ವಕ್ಕೆ ಮೆಸ್ಕಲಿನ್ (Mescaline) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಹಿತಕರವಾದ ಪರಿಣಾಮ ಮೊದಲಿಗೆ ಆಗುವುದು. ಆದರೆ ಒಂದೆರಡು ಗಂಟೆಗಳನಂತರ ವ್ಯಕ್ತಿ ಜಾಗ್ರತಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸುಂದರ ಹಗಲುಗನಸುಗಳನ್ನು ಕಾಣುತ್ತಿರುತ್ತಾನೆ. ತನ್ನತನದ ಅರಿವು ಮರೆತುಹೋಗುವುದು ಮತ್ತು ಕಾಲದ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಮರೆಯುವುದೂ ಉಂಟು. ಇತರ ಜ್ಞಾನೇಂದ್ರಿಯಗಳಿಗೆ ಮಂಕು ಕವಿಯುವುದು ಸಹ ಉಂಟು. ಮೆಸ್ಕಲಿನ್ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಬೇಕಾದಷ್ಟು ವಿವರಗಳು ಲಿಖಿತವಾಗಿವೆ. ಹಕ್ಸ್ಲೀ ಎಂಬ ಚಿಂತಕನು ಈ ಔಷಧಿಯನ್ನು ತನ್ನ ಮೇಲೆಯೇ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಅನುಭವವನ್ನು ಎರಡು ಪ್ರಬಂಧಗಳಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಇದುವರೆಗೆ ಗೊತ್ತಿರುವ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಶಕ್ತಿಯುತವಾದದ್ದು LSD-25 (Lysergic acid diethylamide). ಬಲು ಅಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೂ (೦.೦೨ ರಿಂದ ೦.೦೫ mg) ಈ ಔಷಧಿ ಶೀಘ್ರಪರಿಣಾಮಕಾರಿ ಮತ್ತು ತೀವ್ರತರವಾದ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುದು. ಇದು ಎರ್ಗಟ್ (Ergot) ನಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಲೈಸರ್ಜಿಕ್ ಆಮ್ಲದಿಂದ (Lysergic acid) ತಯಾರು ಮಾಡಿರುವ ಸಂಯೋಗ ವಸ್ತು.

ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕುಗಳು ನಿಸರ್ಗದಲ್ಲಿ ವಿಪುಲವಾಗಿ ಹರಡಿವೆ—ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ, ಅಣಬೆಗಳಿಂದ, ಹಾವಸೆಯಿಂದ, ಪ್ರಾಣಿಮೂಲದಿಂದ ಇವುಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು. ಈಚಿನ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು ಭ್ರಾಂತಿಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಜನಕವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟವೆ. ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ಇದು ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಲಾಭ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಅವರು ಮಿದುಳಿನ ಅವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಆಳವಾಗಿ ಅಭ್ಯಸಿಸುವುದು ಸುಲಭವಾಗಿದೆ.

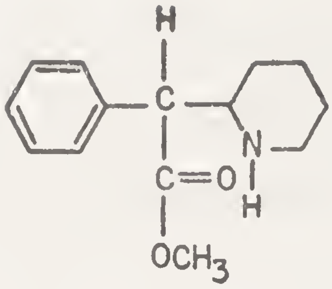
೨. ಸೈಕೋಮೋಟಾರ್ ಉತ್ತೇಜನಕಾರಿಗಳು

ಇವು ಮಾನಸಿಕ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಎರಡನೇ ವಿಧದ ಔಷಧಿಗಳು. ಇವುಗಳಿಗೆ ನರಶಕ್ತಿವರ್ಧಕಗಳು (Energisers), ಮ್ಲಾನವಿರೋಧಿಗಳು (Antidepressants) ಎಂಬ ಹೆಸರುಗಳೂ ಇವೆ. ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲವನ್ನು ಉತ್ತೇಜನಗೊಳಿಸಿ ಮ್ಲಾನತೆಯ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಔಷಧಿಗಳಿವು. ಇವು ಹೃದಯರಕ್ತನಾಳದ ಮೇಲಾಗಲೀ, ಹಸಿವಿನ ಮೇಲಾಗಲೀ, ವಿಶೇಷ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರದೆ ಕೇಂದ್ರ ನರಮಂಡಲದ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ವರ್ಧಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಿವೆ. ಹೀಗಾಗಿ ಅವು ಮನುಷ್ಯ ಸೇವನೆಗೆ ಅರ್ಹವಾಗಿವೆ. ಅವು ಉದ್ವೇಗಕಾರಿಗಳಲ್ಲ, ನಿದ್ರಾನಾಶಕಗಳೂ ಅಲ್ಲ. ಈ ಔಷಧಿಗಳು ವೈದ್ಯರ ದೈನಂದಿನ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಗಳಾಗಿವೆ. ಮ್ಲಾನತೆಯು ಹಲವಾರು ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಬರುವುದು. ಅಂಗಾಂಗಗಳ ಆಲಸ್ಯ, ದಣಿವಿನ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳು, ನಿರಂತರವ್ಯಾಧಿ, ರೋಗದಿಂದ ಚೇತರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವ ಸ್ಥಿತಿ, ವೃದ್ಧಾಪ್ಯದ ಬಲಹೀನತೆಯ ಮನಃಸ್ಥಿತಿ—ಈ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ಮ್ಲಾನತೆ ತೋರುವುದುಂಟು. ಅತಿಯಾದ ಔಷಧಿ ಮತ್ತು ಶಮನಕಾರಿಗಳ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಒದಗುವ ಸಂಕಟ; ಇಹಲೋಕದಲ್ಲಿ ಯಾವ ಹಂಬಲವೂ ಉಳಿಯದೆ ನಿರುತ್ಸಾಹಿಗಳಾಗಿರುವ ವೃದ್ಧರ ಮ್ಲಾನತೆ; ಶ್ಕಿಸೊಫ್ರೆನಿಯಾ ಎನ್ನುವ ಒಂದು ವಿಧದ ಮಾನಸಿಕ ರೋಗದಿಂದ ನರಳುತ್ತಿರುವ ಮನಃಸ್ಥಿತಿ; ನರ ದೌರ್ಬಲ್ಯದಿಂದ ಮಾತನಾಡಲಾಗದ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಮೂಕಸಂಕಟ—ಇವುಗಳ ನಿವಾರಣೆಗೆ ನರಶಕ್ತಿವರ್ಧಕ ಔಷಧಿಗಳ ಸೇವನೆ ಬಹಳ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

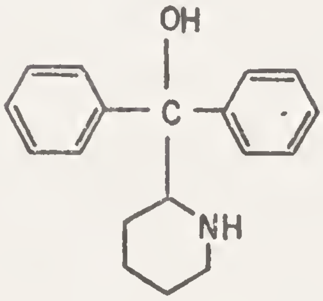
ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಅವಲೋಕನದಿಂದ ಈ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಮೀಥೈಲ್ ಫೆನಿಡೇಟ್ (Methyl Phenidate) ಅಥವಾ ರಿಟಾಲಿನ್ (Ritalin), ಪಿಪ್ರಡಾಲ್ (Pipradol) ಅಥವಾ ಮೆರಟ್ರನ್ (Meratran) ಎಂಬುವು ಪಿಪರಿಡೀನ್ (Piperidine) ಎನ್ನುವುದರ ಜನ್ಯಗಳು. ಮಿದುಳಿನಲ್ಲಿ ಜಾಗ್ರುತಾವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಕಾಯ್ದಿಡುವ (Reticular formation) ಭಾಗದ ಮೇಲೆ ಈ ಔಷಧಿಗಳು ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿ ಕೇಂದ್ರ ನರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಚುರುಕುಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

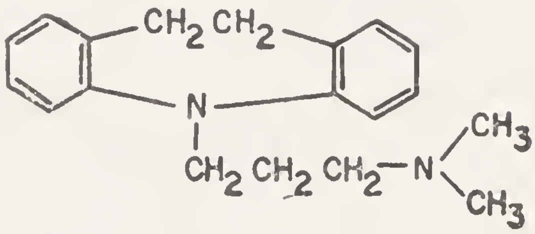
ಮ್ಲಾನತಾ ವಿರೋಧಿಯಾಗಿ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಇಮಿಪ್ರೆಮೀನ್ (Imipramine) ಅಥವಾ ಟೊಫ್ರಾನಿಲ್ (Tofranil). ಉಗ್ರೋನ್ಮಾದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವವರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ತಲೆದೋರುವ ಮ್ಲಾನತೆಗೆ, ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ ಋತು ಸಂಬಂಧ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರುವ ಮ್ಲಾನತೆಗೆ ಈ ಔಷಧಿ ಕೊಡಬಹುದು. ಇದರ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಕ್ರಮ ರಿಟಾಲಿನ್ ಕ್ರಮಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆಯಾದುದು.



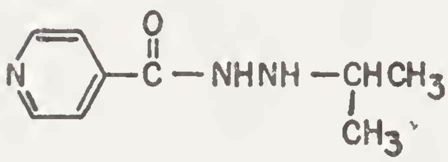
ಮೀಥೈಲ್ ಫೆನಿಡೇಡ್
(ರಿಟಾಲಿನ್)



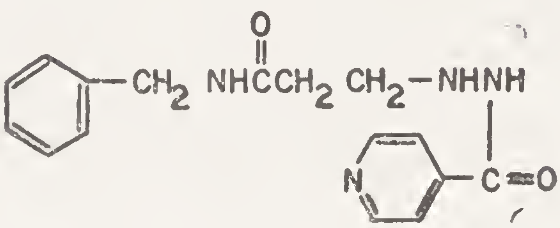
ಪಿಪ್ರಡಾಲ್
(ಮೆರಟ್ರನ್)



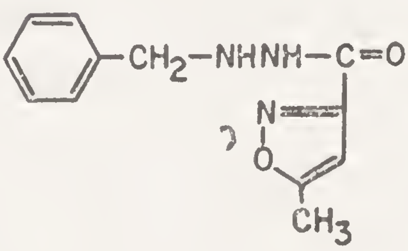
ಇಮಿಪ್ರೆಮೀನ್
(ಟೊಫ್ರಾನಿಲ್)



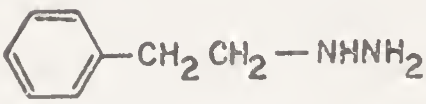
ಇಪ್ರೊನಿಯಜಿಡ್
(ಮರ್ಸಿಲಿಡ್)



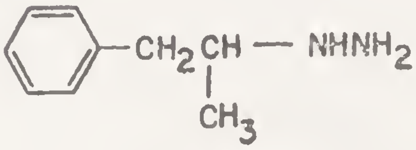
ನಯಲಮೈಡ್
(ನಯಮಿಡ್)



ಐಸೋಕಾರ್ಬಾಕ್ಸ್ಸೈಡ್
(ಮರ್ಪ್ಲಾನ್)



ಫೆನೆಲ್‌ಸೀನ್
(ನಾರ್ಡಿಲ್)



ಫೆನಿಪ್ರೆಸೀನ್
(ಕಾಟ್ರನ್)

ಸೈಕೋಮೋಟಾರ್ ಉತ್ತೇಜನಾಕಾರಿಗಳು

ಮಿದುಳಿನ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಿರುವ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ನಿಯಂತ್ರಿ

ಸುತ್ತವೆ. ಸೆರೊಟೊನಿನ್ (Serotonin) ಮತ್ತು ನಾರ್‌ಎಪಿನೆಫ್ರಿನ್ (Nor-epi nephrine) ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವು. ಸೆರೊಟೊನಿನ್‌ನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ಇಮಿಪ್ರೆಮಿನ್ ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಿ ನಾರ್ ಎಪಿನೆಫ್ರೀನ್‌ನ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತ್ವರಿತ ಗೊಳಿಸುವುದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಮ್ಲಾನತೆ ತಗ್ಗುವುದು.

ಪೆಗನಮ್ ಹರ್ಮಲ (Peganum harmala) ಎನ್ನುವ ಗಿಡದ ಬೀಜ ಮತ್ತು ಬೇರುಗಳಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಸಸ್ಯಕ್ಷಾರಗಳಿಗೆ ಕೇಂದ್ರ ನರವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನು ಉದ್ರೇಕಗೊಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಇದೆಯೆಂದು ಬಲು ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿದಿತ್ತು. ಆದರೆ ಇದು ಹೇಗೆ ವರ್ತಿಸುವುದು ಎಂದು ಮಾತ್ರ ಆಗ ಯಾರಿಗೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದರ ಬೀಜಗಳಲ್ಲಿದ್ದ ಹರ್ಮಲ ಸಸ್ಯಕ್ಷಾರಗಳು ಈ ಉದ್ರೇಕ ಉಂಟುಮಾಡುವುವು ಎಂದು ನಂಬಿದ್ದರು. ಇವು ಇನ್ನೊಂದು ಜಾತಿಯ ಮ್ಲಾನತಾ ವಿರೋಧಿಗಳ ಬಳಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿವೆ. ಮಿದುಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಮಾನೋ ಅಮೀನ್ ಆಕ್ಸಿಡೇಸ್ (Mono-amine oxidase, MAO) ಎಂಬ ವೇಗವರ್ಧಕಗಳ (Enzymes) ಕ್ರಿಯೆಗೆ ತಡೆ ಮಾಡಿ ಇವು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯವೆಸಗುವುವು. ಮಿದುಳಿನಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತಲೇ ಇರುವ ಉತ್ತೇಜನಾಕಾರಕ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು MAO ವೇಗವರ್ಧಕಗಳು ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯಾನಂತರ ನಾಶಗೊಳಿಸುತ್ತಲೇ ಇರುವುವು. MAO ಕ್ರಿಯೆಗೆ ತಡೆ ಒಡ್ಡಿದರೆ ಉತ್ತೇಜನಾಕಾರಕಗಳು ನಾಶವಾಗದೆ ವೃದ್ಧಿಸುವುವು ; ಇದರಿಂದ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಉನ್ನತ ಮನೋಭಾವ ತಲೆದೋರುವುದು. ಈ ಕ್ರಿಯೆ ಹರ್ಮಲ ಸಸ್ಯ ಕ್ಷಾರಗಳಿಂದ ಆಗುವುದು. ಆದರೆ ಅವುಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಂಜಿನಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದರಿಂದ ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಇವು ಹಿತಕರವಲ್ಲ.

ದೀರ್ಘಕಾಲದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ MAO ಗೆ ವಿರೋಧವಾಗಿ ವರ್ತಿಸುವ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ತಯಾರಿಕೆಗಳು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವ ಕೆಲವು ಔಷಧಿಗಳು ಎಟ್ರಿಪ್ಟಮೀನ್ (Etryptamine), ಟ್ರನೈಲ್ ಸೈಪ್ರೊಮೀನ್ (Tranyl cypromine) ಮತ್ತು ಪೆರಗಿಲೀನ್ (Peragyline).

ಕ್ಷಯರೋಗದ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿ ಇದ್ದುದರಿಂದ ಇಪ್ರೋನಿಯಜಿಡ್ (Iproniazid) ಎನ್ನುವ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಮೊದಲು ಕ್ಷಯರೋಗದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಯಿತು. ಇದರ ಸೇವನೆ ಮಾಡಿದ ರೋಗಿಗಳು ಬೇರೆ ಔಷಧಿ ಸೇವನೆ ಮಾಡಿದವರಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಹರ್ಷಯುತರಾಗಿದ್ದುದು ಕಂಡು ಬಂತು. ಅವರಲ್ಲಿ ಮ್ಲಾನತೆ ಅಥವಾ ಶೀಘ್ರ ಕೋಪಿತ್ವದ ಲಕ್ಷಣ ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ಕಾಣಿಸಲಿಲ್ಲ. ಕ್ಷಯರೋಗದ ವಿರೋಧ ಈ ಔಷಧಿ ಯಶಸ್ಸುಗಳಿಸಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದರ ಹರ್ಷದಾಯಕ ಗುಣದಿಂದ ಇದನ್ನು ಮಾನಸಿಕ ರೋಗ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಮುಂದೆ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಬಂದ ನಯಲಮೈಡ್ (Niala-

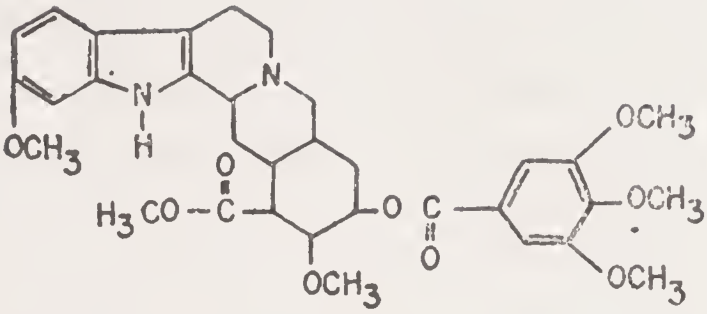
mide), ಐಸೋಕಾರ್ಬಾಕ್ಸಸೈಡ್ (isocarboxazide), ಫೆನೆಲ್‌ಸೀನ್ (Phenelzine) ಮತ್ತು ಫೆನಿಪ್ರೆಸೀನ್ (Pheniprazine) ಔಷಧಿಗಳು ಇದೇ ವರ್ಗದವು.

MAO-ವಿರೋಧೀ ಔಷಧಿಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಈ ಕಳೆದ ದಶಕದ ಅತ್ಯ ಮೂಲ್ಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದೆ. ನರದೌರ್ಬಲ್ಯದಿಂದ ಸದಾ ದುಃಖಿಗಳಾಗಿರುವಂತಹ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳಿಗೆ ಈ ಔಷಧಿಗಳಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

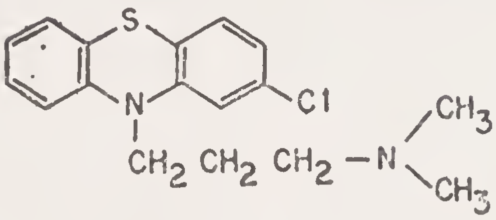
೩. ಶಮನಕಾರಿಗಳು (Tranquilizers)

ಶಮನಕಾರಿಗಳ ಆಗಮನ ಬಲು ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ನಿರ್ಲಿಪ್ತತೆ ಎನ್ನುವ ಮಾನಸಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು ಪುರಾತನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಗೊತ್ತಿತ್ತು. ಮನಸ್ಸಿನ ಪೂರ್ಣಶಾಂತಿ ಮತ್ತು ಭಾವಸ್ಥೈರ್ಯವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು 'ನಿರ್ಲಿಪ್ತತೆ' ಪದವನ್ನು ಗ್ರೀಕ್ ತತ್ವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಇಂತಹ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತರಿಸುವ ಔಷಧಿಗಳ ಸಮೂಹಕ್ಕೆ ಶಮನಕಾರಿಗಳು, ಶಾಂತಿ ಪ್ರೇರಕಗಳು ಮುಂತಾದ ಬಗೆಬಗೆಯ ಹೆಸರುಗಳಿವೆ. ಇವು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವ ಶಾಮಕ ಔಷಧಿಗಳಂತೆ ಮಾನಸಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥಗಿತಗೊಳಿಸದೆ, ಭಾವೋದ್ವೇಗವನ್ನು ಸ್ಥಿಮಿತಗೊಳಿಸಬಲ್ಲವು. ಶಾಮಕ ಔಷಧಿಗಳು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗೆ ಪೂರ್ಣ ಭಿನ್ನವಾದ ಶಾಂತತೆ ಈ ಔಷಧಿಗಳಿಂದ ತಲೆದೋರುವುದು. ಇವು ಮನಸ್ಸಿನ ಪರಿಶೀಲನಾಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ದುಷ್ಪರಿಣಾಮ ಬೀರುವುದಿಲ್ಲ. ದೇಹದ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ನಿರಿಚ್ಛಾ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಸ್ವಲ್ಪ ಜೊಂಪು ಬಂದಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು ಅಷ್ಟೆ. ಅತಿಯಾದ ಚಟುವಟಿಕೆ ಇರುವ ಉದ್ವೇಗಕಾರೀ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳನ್ನು, ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಗೊಂದಲ ಉಂಟುಮಾಡದೆ, ಆಲಸ್ಯ, ತೂಕಡಿಕೆಗಳನ್ನು ತರದೆ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕತೆಗೆ ಒಯ್ಯುವ ಗುಣ ಇವುಗಳಿಗೆ ಉಂಟು.

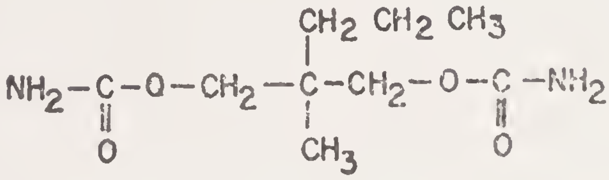
ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿ ನಿದಾನ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ೧೯೫೩ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮೈಲುಗಲ್ಲು. ಆ ವರ್ಷ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದ ರಿಸರ್ಪಿನ್ (Reserpine) ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್ (Chlorpromazine) ಎಂಬ ಎರಡು ಔಷಧಿಗಳು ನಿದಾನ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಆಂದೋಳನವನ್ನೇ ಉಂಟುಮಾಡಿದುವು. ರೆಸರ್ಪಿನ್‌ನ ಗುಣಗಳು ಮೊದಲೇ ತಿಳಿದಿದ್ದುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಹೊಸದು ಎನ್ನುವಂತಿಲ್ಲ. ಸರ್ಪಗಂಧಿ (Rauwolfia serpentina) ಎನ್ನುವ ಸಸ್ಯದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ರಾಸಾಯನಿಕ ರೆಸರ್ಪಿನ್. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ರಕ್ತದ ಒತ್ತಡವನ್ನು ಹಿಡಿತದಲ್ಲಿಡಲು, ಉದ್ವೇಗ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಶಮನಗೊಳಿಸಲು ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ೧೯೫೩ರಲ್ಲಿ ಸರ್ಪಗಂಧಿಯ ಧೃತಿ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬರುವ ಮೊದಲು ಈ ಔಷಧಿಯ ವಿಚಾರ ಅಲ್ಲಿ ಏನೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ.



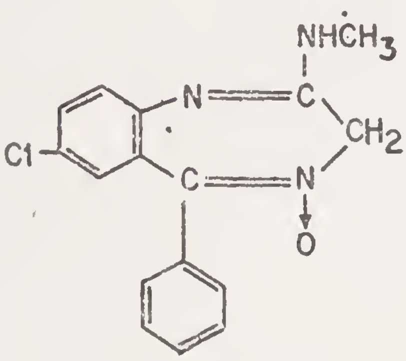
ರೆಸರ್ಪಿನ್



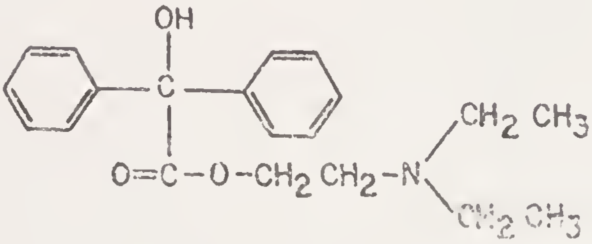
ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್



ಮೆಪ್ರೊಬಮೇಟ್
(ಮಿಲ್‌ಟೌನ್, ಇಕ್ವನಿಲ್)



ಕ್ಲೋರ್ ಡಯಾಜೆಪಾಕ್ಸೈಡ್
(ಲಿಬ್ರಿಯಂ)



ಬೆನಕ್ಟಿಜೀನ್

ಶಮನಕಾರಿಗಳು

ಸ್ವತಂತ್ರ ನರವ್ಯವಸ್ಥೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಖಾಯಿಲೆ, ಉದ್ವೇಗ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ, ಒತ್ತಡದ ಮನಃಸ್ಥಿತಿ ಮುಂತಾದುವನ್ನು ಶಮನಗೊಳಿಸಲು ರೆಸರ್ಪಿನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಫಲಪ್ರದವಾಗಿದೆ. ಕಠಿಣ ಭ್ರಾಂತಿಯ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ರೆಸರ್ಪಿನ್, ರೋಗಿಯ ಅಸಂಬದ್ಧ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಸಹಾಯಕವಾಗಿದೆ. ಶ್ಕಿಸೊಫ್ರೇನಿಯಾ, ಬುದ್ಧಿವಿಕಲ್ಪ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಉಂಟಾಗಿರುವ ದೇಹದ ಸಂಪೂರ್ಣ ಜಡತ್ವ, ಈ ಎಲ್ಲ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ರೆಸರ್ಪಿನ್ ಪ್ರಯೋಗ ಒಳ್ಳೆ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟುಮಾಡಿದೆ. ಪ್ರಯೋಗಾನಂತರ ಇಂತಹ ವ್ಯಾಧಿಗ್ರಸ್ತರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಶಾಂತಪರಿಸ್ಥಿತಿ, ಹೆಚ್ಚಿನ

ಚಟುವಟಿಕೆ, ಜನರಲ್ಲಿ ಬಳಕೆ ಮತ್ತು ಹರ್ಷ, ಇವನ್ನು ಕಾಣಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ರೆಸರ್ಪಿನ್ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಶಾಂತ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮಿತಿಮೀರಿ "ಪೂರ್ಣ ಶಾಂತಿ" ಬರುವುದೂ ಉಂಟು! ಅಂತಹ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯಾಧಿಗ್ರಸ್ತರಲ್ಲಿ ಮ್ಲಾನತೆ ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿ ಅವರು ಆತ್ಮಹತ್ಯೆ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಾರೆ. ರೆಸರ್ಪಿನ್‌ನ ಈ ನ್ಯೂನತೆಗಳ ಕಾರಣವಾಗಿ ಹೊಸ ಸಮರ್ಪಕ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವ ಪ್ರಯತ್ನ ಪ್ರಪಂಚದ ಹಲವಾರು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ತ್ವರಿತಗತಿಯಿಂದ ಮುಂದುವರಿಯಿತು. ಈ ಪ್ರಯತ್ನದ ಫಲವೇ ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದ ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್ ಎನ್ನುವ ಔಷಧಿಯ ಸಂಶೋಧನೆ.

ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಸ್ವಾರಸ್ಯಕರವಾಗಿದೆ. ಇಪ್ರೊನೈಯಜಿಡ್‌ನಂತೆಯೇ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ರೋಗಗಳ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಇದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಇದು ಕೆಲವು ಮನೋರೋಗಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಬಹುದು ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂತು. ಹಿಸ್ಟಮೀನ್ ವಿರೋಧಿ (Antihistamine) ಗುಣಗಳಿರುವ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯೋಗ ಮೂಲಕ ತಯಾರು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಈ ಔಷಧಿ ದೊರೆಯಿತು. ರೋಗಿಗಳಿಗೆ ಇದನ್ನು ಕೊಟ್ಟಾಗ ಇತರ ಪರಿಣಾಮಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಇದು ಅವರ ದೇಹದ ಶಾಖವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡಿದುದೂ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ದೇಹದ ಶಾಖವನ್ನು ಕಡಿಮೆ ಮಾಡುವುದು ಹೃದಯ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸಾ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯುಕ್ತಕರ. ಆದುದರಿಂದ ಅಂತಹ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಅನೇಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಶಾಂತತೆಗೊಳಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯೂ ಈ ಔಷಧಿಯಲ್ಲಿದೆ ಎಂದು ಕಾಣಬಂದಿತು.

ಮಾನಸಿಕ ಅಸ್ವಾಸ್ಥ್ಯಗಳನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಎರಡು ಭಾಗವಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು—ನರವ್ಯಾಧಿ ಮತ್ತು ಚಿತ್ತಭ್ರಾಂತಿ. ನರವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದಲ್ಲಿನ ಸಮತೋಲನ ಸರಿಯಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ವಿಷಮ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ. ಸಂಪೂರ್ಣ ಚಿತ್ತ ಭ್ರಾಂತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಂತ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ಎನ್ನುವುದು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಾಶವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಇಂಥವನನ್ನು ಚಿತ್ತಭ್ರಾಂತ ಎಂದೂ ಮೊದಲಿನವನನ್ನು ನರದುರ್ಬಲಿ ಎಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು.

ಮನೋರೋಗದ ಚಿಕಿತ್ಸಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಉದ್ರಿಕ್ತ, ಉದ್ವಿಗ್ನ, ಜಗಳಗಂಟ ಮತ್ತು ಅಪಾಯಕಾರೀ ಚಿತ್ತಭ್ರಾಂತ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಅತಿ ವಿಸ್ಮಯಕರ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೌಮ್ಯ, ಶಾಂತಮೂರ್ತಿಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದುದನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಆದುದರಿಂದ ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್ ಒಂದು ಶಾಂತಿಕಾರಕ ಔಷಧಿ ಎಂದು ಈಗ ಸಿದ್ಧವಾಗಿದೆ.

ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಗಳಾಗಿ ವಿರೋಧ

ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಆದಷ್ಟು ಕಡಿಮೆ ಉಂಟುಮಾಡುವಂತಹ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಅದನ್ನೇ ಹೋಲುವಂತಹ ಹಲವಾರು ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಬಳಕೆಗೆ ತರಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದಿವೆ. ಇಂತಹ ಔಷಧಿಗಳಿಗೆ ಇತರ ಉಪಯೋಗಗಳೂ ಇವೆ. ಮುದುಕರಾಗಿ ಅರುಳು ಮರುಳು ಮತ್ತು ಉದ್ರೇಕ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ ಇವುಗಳಿಂದ ಉಪಯೋಗ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಇಂಥ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ ಇದುವರೆಗೆ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದಂತಹ ನಿದ್ರಾಕಾರಕಗಳು ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಅವರ ಜ್ಞಾಪಕಶಕ್ತಿಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಸಿ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಗೊಂದಲವನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್‌ನಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ.

ರೆಸರ್ಪಿನ್ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರ್‌ಪ್ರೊಮೆಜೀನ್ ಎನ್ನುವ ಈ ಎರಡು ಶಮನಕಾರಿಗಳ ಆಗಮನಾಂತರ ಹಲವಾರು ಹೊಸ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಮನೋರೋಗಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಲಾಗಿದೆ.

ಮೆಪ್ರೊಬಮೇಟ್ (Meprobamate, Miltown, Equanil) ಎಂಬ ಪ್ರೊಪೇನ್ ಡಯಾಲ್ (Propanediol) ಜನ್ಯ ಔಷಧಿಯನ್ನು ಉದ್ವಿಗ್ನತೆಯನ್ನು ಶಮನಮಾಡಲೂ ಕೆಲವು ನರಸಂಬಂಧ ಖಾಯಿಲೆಗಳಲ್ಲೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಕ್ಲೋರ್‌ಡಯಾಜೆಪಾಕ್ಸೈಡ್ (Chlordiazepoxide, Librium), ಎನ್ನುವುದು ಒಂದು ಹೊಸವರ್ಗದ ಔಷಧಿ. ಈ ಔಷಧಿಯು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ನರಚಾಲಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸದೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಶಾಂತಗೊಳಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಪಳಗಿಸುವುದು. ಚಿತ್ತಭ್ರಾಂತಿ ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸಿನಿಂದಾಗಿ ನರಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲಾಗಿದೆ. ಉದ್ವಿಗ್ನತೆಯಿಂದ ಕೂಡಿದ ದೈಹಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇದು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ಶಮನಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಈಗ ವಿಪರೀತ ಬೇಡಿಕೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹೆಸರಾಂತ ಔಷಧಿ ತಯಾರಿಸುವ ಸಂಸ್ಥೆಯೂ ಹೊಸಹೊಸ ಶಮನಕಾರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಮಾರಾಟಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಿದೆ. ಒಂದಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೊಂದು ಉತ್ತಮ ಎಂದು ಸಾರಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಬೆನಕ್ಟಿಜೀನ್ (Benactyzine) ಅಜಸೈಕ್ಲೊನಾಲ್ (Azacyclonol) ಮತ್ತು ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿಜೀನ್ (Hydroxyzine) ಎಂಬುವು ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ಶಮನಕಾರಿ ಔಷಧಿಗಳು.

ಮಾನಸಿಕ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಔಷಧಿಗಳ ಅನುಪತ್ಯವು ಇನ್ನೂ ಸಂಶೋಧನಾ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿಯೇ ಇದೆ ಎಂಬುದು ಒತ್ತಿ ತಿಳಿಸಬೇಕಾದ ಅಂಶ. ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಈ ಅನುಪತ್ಯದಿಂದ ಲಭಿಸಿದ್ದರೂ, ಈ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ಸೇವಿಸುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಇತರ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಇನ್ನೂ ಖಚಿತವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಮನಸ್ಸಿನ ಚಟುವಟಿಕೆ, ನಡವಳಿಕೆ, ಸಂತಾನ ಪಡೆಯುವಿಕೆ ಮುಂತಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಮೇಲೆ ಈ ಔಷಧಿಗಳು ಏನಾದರೂ ಅನರ್ಥ ಉಂಟು

ಮಾಡುವುವೋ, ಔಷಧ ಸೇವನೆ ಅಭ್ಯಾಸ(Drug addiction) ತಲೆದೋರುವುದೋ ಇವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳು ತಿಳಿಯಬೇಕಾಗಿವೆ. ಈ ಔಷಧಿಗಳು ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಬಂದು ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲವೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಇವುಗಳ ಸೇವನೆ ಯಿಂದ ಯಾವ ಬಾಧಕವೂ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಖಂಡಿತವಾಗಿ ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಕೇವಲ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲೇ, ಮನೋ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಔಷಧಿ ಎಂದು ಹೇಳಲಾದ ಅನೇಕ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ವೈದ್ಯಕೀಯ ರಂಗದಿಂದ ತೆಗೆದುಹಾಕಬೇಕಾಗಿ ಬಂದಿದೆ.

ಖಾಯಿಲೆಯ ಮುಖ್ಯಕಾರಣ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಅಂಗರಚನೆಯಲ್ಲಿರುವ ನ್ಯೂನತೆ ಎಂದು ವಾದಿಸುವ ಜೈವಿಕ ಮತ (Organic School) ಒಂದಿದೆ. ದೇಹದಲ್ಲಿಯೇ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ, ಅಂಗವನ್ನು ಪೋಷಿಸುವ ಹಲವಾರು ರಸಗಳ, ರಾಸಾಯನಿಕಗಳ ಅಸಮಪೂರೈಕೆಯಿಂದ ಖಾಯಿಲೆ ಉಂಟಾಗುವುದು ಎಂಬುದು ಇನ್ನೊಂದು ಮತದವರ (Functional School) ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಎರಡನೆಯ ಮತದವರ ಪ್ರಕಾರ ಮನಸ್ಸಿನ ಖಾಯಿಲೆಗಳಿಗೆ ಈ ಒಂಭತ್ತು ರಸಗಳ ಅಸಮತೆಯೇ ಕಾರಣ.

೧. ಅಡ್ರಿನಲಿನ್ (Adrenaline)

೨. ನಾರ್ ಅಡ್ರಿನಲೀನ್ (Noradrenaline)

೩. ಡೊಪಾಮೀನ್ (Dopamine)

೪. 5 ಹೈಡ್ರಾಕ್ಸಿ ಟ್ರಿಪ್ಟಮಿಾನ್ (5 Hydroxy tryptamine)

೫. ಹಿಸ್ಟಮೀನ್ (Histamine)

೬. ಅಸಿಟೈಲ್ ಕೋಲೀನ್ (Acetyl choline)

೭. γ ಅಮೈನೊ ಬ್ಯೂಟೈರಿಕ್ ಆಮ್ಲ (γ, amino butyric acid)

೮. ಆಡ್ರಿನೋಕ್ರೋಮ್ (Adrenochrome) ಮತ್ತು

೯. P ವಸ್ತು (Substance P)

ಸೈಕೊಟೊಮಿಮೆಟಿಕ್ ಔಷಧಿಗಳ ವರ್ತನೆ ತಿಳಿಯಲು ಈ ಮೇಲಿನ ರಸಗಳ ಕ್ರಿಯೆ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆ ತುಂಬ ಸಹಾಯಕವಾಗಿದೆ. ಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಸ್ವತಂತ್ರ ನರ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅತಿ ಜಟಿಲವಾದ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣವನ್ನು ಕುರಿತು ನಮಗಿರುವ ಜ್ಞಾನ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಜೀವರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಮಿದುಳಿನ ಕ್ರಿಯೆ ಹೇಗೆ ನಡೆಯುವುದು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರಿಯು ತ್ತಿದೆ. ಈಗ ಕಳೆದಿರುವ ದಶಕದಲ್ಲಿ ಔಷಧಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗದ ಮೂಲಕ ಮನೋ ರೋಗಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿರುವ ಜ್ಞಾನ ಅದ್ಭುತವಾಗಿದೆ.

ಆದುದರಿಂದ ಶೀಘ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಮನೋರೋಗಗಳನ್ನೂ, ಇತರ ಖಾಯಿಲೆ ಗಳಂತೆಯೇ ಕಾರ್ಯಕಾರಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತಿಳಿದು, ಸಮರ್ಪಕ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಮೂಲಕ ಗುಣಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ಡಾ|| ಕೆ. ಟಿ. ಶ್ಯಾಮಸುಂದರ್

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ! ಈ ಹೆಸರನ್ನು ಕೇಳಿದ ಕೂಡಲೇ ರೋಗಿ ಮರಣದಂಡನೆಗೊಳಗಾದ ಅಪರಾಧಿಯಂತೆ ನಡಗುತ್ತಾನೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ದವಡೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಉಳಿದ ಎಷ್ಟೋ ಮಂದಿ ಇದ್ದರೂ, ಅದು ಇಂದಿಗೂ ಭಯಂಕರ ರೋಗವೇ ಆಗಿದೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗವನ್ನು ಜಯಿಸಿ ಬದುಕುವ ರೋಗಿಗಳು ಇಂದಿಗೂ ನೂರಕ್ಕೆ ಐವತ್ತಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ಆದರೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ವಿಚಾರವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾನ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಬಂದು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಗುಣಪಡೆದು ಉಳಿಯುವವರ ಸಂಖ್ಯೆ ದಿನೇ ದಿನೇ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ಈಗ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಎಂಟು ಸಾವುಗಳಲ್ಲೊಂದು ಸಾವಿಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗ ಕಾರಣವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಅಂದಾಜು ಮಾಡಲಾಗಿದೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಜನತೆ ಈ ರೋಗದ ವಿಚಾರ ಸ್ವಲ್ಪ ಅರಿಯುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಈ ರೋಗ ಇತರ ರೋಗಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದುದರಿಂದ ಈ ರೋಗದ ಸ್ವರೂಪದ ಜ್ಞಾನ ತಮ್ಮ ಅಥವಾ ತಮ್ಮ ಆಪ್ತರೊಬ್ಬರ ಪ್ರಾಣ ಉಳಿಸುವ ಸಾಧನವಾಗಬಹುದು.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮಾನವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಬರುವ ರೋಗವಲ್ಲ. ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಯಾವ ಜೀವಿಗಾದರೂ ಬರಬಹುದು. ದೇಹದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರಬಹುದೆಂಬ ನಿರ್ಬಂಧ ಈ ರೋಗಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಯಾವ ಅವಯುವದಲ್ಲಾದರೂ ಇದು ಆರಂಭವಾಗಬಹುದು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲಿಂದ ಎಲ್ಲಿಗೆ ಹರಡಬಹುದೆಂಬ ನಿರ್ಬಂಧವೂ ಅದಕ್ಕಿಲ್ಲ. ಅಂಗಾಲಿನಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಗಿ ಒಂದೇ ಬಾರಿಗೆ ಮೆದುಳನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಬಹುದು. ಶ್ವಾಸಕೋಶದಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಗಿ ಮೂತ್ರಕೋಶಗಳಿಗೆ ಹರಡಬಹುದು. ಎಂದರೆ ಒಂದು ಕಡೆ ಆರಂಭವಾದ ಹುಣ್ಣಿಗೆ ಮರಿಹುಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿದೆ ಮತ್ತು ಈ ಮರಿ ಹುಣ್ಣುಗಳು ಮೊದಲ ಹುಣ್ಣಿನ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೇ ಇರಬೇಕೆಂದಿಲ್ಲ. ದೇಹದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಾದರೂ ಈ ಮರಿ ಹುಣ್ಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಬಹುದು.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗ ಈ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಹೊಸದೇನೂ ಅಲ್ಲ. ಶುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಹುಣ್ಣುಗಳ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ—

ಮುಷ್ಟಿಪ್ರಹಾರಾದಿಭಿರರ್ದಿತೇಂಗೇ
ಮಾಂಸಂ ಪ್ರದುಷ್ಟಂ ಪ್ರಕರೋತಿಶೋಫಂ ||

ಆವೇದನಂ ಸ್ನಿಗ್ಧಮನನ್ಯವರ್ಣ-
ಮ ಪಾಕ ಮಶ್ಮೋಪಮಮಪ್ರಚಾಲ್ಯಂ ||
ಪ್ರದುಷ್ಟ ಮಾಂಸಸ್ಯ ನರಸ್ಯ ಬಾಢ-
ಮೇತದ್ ಭವೇನ್ಮಾಂಸ ಪರಾಯಣಸ್ಯ ||

ಮಾಂಸಾರ್ಬುದಂ ತ್ವೇತದಸಾಧ್ಯಮುಕ್ತಂ
ಸಾಧ್ಯೇಷ್ವಪಿಮಾನಿ ವಿವರ್ಜಯೇತ್ತು ||
ಸಂಪ್ರಸೃತಂ ಮರ್ಮಣಿ ಯಚ್ಚಜಾತಂ
ಸ್ರೋತಃಸು ವಾ ಯಚ್ಚ ಭವೇದಚಾಲ್ಯಮ್ ||

ಯಜ್ಜಾಯತೇನ್ಯತ್ಖಲು ಪೂರ್ವಜಾತೇ
ಜ್ಞೇಯಂ ತದಧ್ಯರ್ಬುದ ಮರ್ಬುದಜ್ಞೈಃ ||
ಯದ್ ದ್ವಂದ್ವ ಜಾತಂ ಯುಗಪತ್ಕಮಾದ್ವಾ
ದ್ವಿರರ್ಬುದಂ ತಚ್ಚ ಭವೇದಸಾಧ್ಯಂ ||

(ಮಾಂಸಾಹಾರದಲ್ಲಿ ಬಹು ಆಸೆಯುಳ್ಳವನಿಗೆ ಅಥವಾ ದೋಷಪೂರಿತ ಸ್ನಾಯುಗಳನ್ನುಳ್ಳವನಿಗೆ ಪೆಟ್ಟು ಬಿದ್ದ ಎಡೆ ಊದಿಕೊಂಡು ಊತದ ಗಾತ್ರ ಕ್ರಮೇಣ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಾ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈ ಊತದ ಬಣ್ಣವು ಏಕಪ್ರಕಾರವಾಗಿದ್ದು, ಊತವು ಕೀವು ತುಂಬದೆ ಕಲ್ಲಿನಂತೆ ಗಡುಸಾಗಿಯೂ, ನುಣುಪಾಗಿಯೂ, ಅಲುಗಾಡಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಇದು ಮಾಂಸಾರ್ಬುದ; ಇದನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಗುಣಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ತೋರಿದರೂ, ಸ್ರೋತ (ರಂಧ್ರ ಅಥವಾ ನಾಳ: ಬಾಯಿ, ಮೂಗು, ಕಣ್ಣು ಇತ್ಯಾದಿ) ಗಳಲ್ಲಿರುವ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ ಅವಯವಗಳಿಗೆ ಹರಡಿರುವ ಹುಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಬಾರದು. ಆಗಲೇ ಇರುವ ಹುಣ್ಣಿನಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಹುಣ್ಣಿಗೆ ಅಧ್ಯರ್ಬುದವೆಂದು ಅರ್ಬುದಜ್ಞರು ಹೇಳುತ್ತಾರೆ. ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಹುಣ್ಣುಗಳನ್ನು ದ್ವಿರರ್ಬುದಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ; ಇವುಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.)

ಸುಮಾರು ಎರಡು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಹಲವು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಳ್ಳ ರೋಗಗಳ ವರ್ಣನೆಯಿದೆ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಎಂದರೇನು ?

ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ಒಂದು ರೋಗವೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ತಪ್ಪು, ಸಾಮಾನ್ಯ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣವೊಂದನ್ನುಳ್ಳ ಹಲವಾರು ರೋಗಗಳ ಗುಂಪೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್. ಮಿತಿಯಿಲ್ಲದ

ಮತ್ತು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಲ್ಲದ ಜೀವಾಣುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯೇ ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣ. ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳ ರೋಗಲಕ್ಷಣ, ವರ್ತನೆ ಮತ್ತು ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ತೋರುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ರೋಗ ಲಕ್ಷಣಗಳಲ್ಲಿ ಬಹು ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅದರ ಇರವನ್ನು–ಅದರಲ್ಲೂ ಮೊದಲ ಘಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ–ತಿಳಿಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಸಮಸ್ಯೆಯ ಜಟಿಲತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲು ಅವುಗಳ ವರ್ತನೆಗಳಲ್ಲೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಬಹಳ ಇವೆ. ಸ್ತನಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಬಹುಬೇಗ ದೇಹದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹರಡಿ ರೋಗಿಯ ಪ್ರಾಣಕ್ಕೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಸೋಮಾರಿಯಾಗಿ, ನಿಧಾನವಾಗಿ ಹರಡುತ್ತದೆ, ಮತ್ತು ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗಿಂತ ಬೇಗ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಇರುವಂತೆ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ತೋರುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲೂ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಇದೆ. ಬಹುರೀತಿಯ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳನ್ನು ಕ್ಷ–ಕಿರಣ (X-rays) ಅಥವಾ ರೇಡಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿ (radioactivity)ಯನ್ನುಳ್ಳ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಹೊರ ಸೂಸುವ ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ನಾಶಮಾಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಚರ್ಮದಲ್ಲೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ 'ಮೆಲನೋಮ' ಎಂಬ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮಾತ್ರ ಈ ಬಗೆಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಯಾವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳಿಂದ ಗರ್ಭಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ವಾಸಿಮಾಡಬಹುದಾದರೂ ಹೊಟ್ಟೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕೆಲವು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳು ದೇಹದ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದು ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ನಿಲುಕದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಕಿರಣ–ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಹಲವು ಬಾರಿ ವಿಫಲವಾಗುತ್ತದೆಂಬ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಸತ್ಯವಿಲ್ಲದೇ ಇಲ್ಲ; ಆದರೆ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳು ಶಕ್ತಿ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಮಣಿಯುವುದಿಲ್ಲವೆಂಬುದೂ ನಿಜ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಿಯನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಇರುವ ಇನ್ನೊಂದು ದಾರಿ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದಾಗುವ ಲಾಭ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವ ಎಡೆ, ಅದನ್ನು ತೆಗೆಯುವ ಸಾಧ್ಯತೆ, ಮತ್ತು ಅದಾವ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಾಗಲೀ, ಕಿರಣ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಾಗಲೀ ಸಫಲವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ವಿಷಮ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಲುಪುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲೇ ಅದರ ಇರವನ್ನು ವೈದ್ಯರು ಅರಿಯಬೇಕಾದುದು ಮುಖ್ಯ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಿಗೆ ಮೊದಲಿನಲ್ಲಿ ನೋವಾಗುವುದಿಲ್ಲ, ಜ್ವರ ಬರುವುದಿಲ್ಲ; ಅಸ್ವಸ್ಥತೆಯ ಯಾವ ಲಕ್ಷಣವೂ ಮೇಲೆ ಕಾಣದುದರಿಂದ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಪಡೆಯುವ ಅವಶ್ಯಕತೆಯೇ ಅವನಿಗೆ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಅದರ ಇರವನ್ನು ಮೊದಲೇ ಅರಿಯುವುದು ವೈದ್ಯರಿಗೂ ಕಷ್ಟ. ಇದೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ವೈದ್ಯರ ದಾರಿಯಲ್ಲಿರುವ ದೊಡ್ಡ ಆತಂಕ.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದುರ್ಮಾಂಸದ ಬೆಳೆತದ ಗೆಡ್ಡೆಯೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಲ್ಲ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಂತೆ ಹರಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವಿಲ್ಲದ, ಅದರಷ್ಟು ಮಾರಕವಲ್ಲದ ಎಷ್ಟೋ ದುರ್ಮಾಂಸದ ಗೆಡ್ಡೆಗಳು ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಗೋಚರವಾಗಬಹುದು. ಈ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಹುಣ್ಣುಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನೂ, ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಮೂಲ ಕಾರಣವನ್ನೂ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ಶರೀರ ರಚನೆಯ ಮೊದಲ ಪಾಠಗಳನ್ನು ಕಲಿಯಬೇಕಾದುದು ಅಗತ್ಯ. ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಸಜೀವಿ ಭಾಗಗಳು ಜೀವಾಣುಗಳು. ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಜೀವಿ (ಪ್ರಾಣಿ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ) ಗಳೆಲ್ಲವೂ ಇಂತಹ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿವೆ. ಸುಮಾರು ಒಂದು ನೂರು ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಸಾಲಾಗಿ ಇಟ್ಟರೆ ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಆಗುತ್ತದೆ. ಜೀವಾಣುವಿನ ಸರಾಸರಿಗಾತ್ರ ನೂರರಲ್ಲೊಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಎಂದಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಗಾತ್ರ, ರಚನೆ, ಸ್ವರೂಪಗಳು ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದು ಇವುಗಳು ಜೀವಾಣುವು ದೇಹದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುತ್ತವೆ. ಪ್ರತಿ ಜೀವಾಣುವೂ ಒಂದೊಂದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಾರ್ಖಾನೆ. ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯವು ತಾವು ದೇಹದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿರುವ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸ್ಥಾನವನ್ನವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ. ಮೂಳೆಯ ಟೊಳ್ಳಿನಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ರಕ್ತಕಣಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಸಾಧ್ಯವೇ ಹೊರತು ಇತರ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಆ ಶಕ್ತಿ ಇಲ್ಲ. ಅಂತೆಯೇ ಜಠರದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳು ಆಹಾರ ಪಚನಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಿಣ್ವ (enzymes) ಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿ ಎಡೆಯಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೂ ಮಾಡಲು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾರ್ಯಗಳುಂಟು. ನಮ್ಮ ಶರೀರವು ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಆದುದು. ಈ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಸಣ್ಣ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳನ್ನುಳ್ಳ ದೇಹದ ರಚನೆಯ ಯೋಜನೆ, ನಿರೂಪಣೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರದ ಒಂದು ಗರ್ಭ ಪಡೆದ ಅಂಡದಲ್ಲಡಗಿರುವುದು ಈ ಜಗತ್ತಿನ ಅತ್ಯಂತ ಸೋಜಿಗದ ಸಂಗತಿ. ಗರ್ಭಕಾಲ ದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟುಗೂಡುವ ವೀರ್ಯಾಣು ಮತ್ತು ಅಂಡಾಣುಗಳೂ ಸಹ ಜೀವಾಣುಗಳೇ.

ಇದಂತಿರಲಿ, ಈ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗಾತ್ರ ಇಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುವಾಗ ಅವುಗಳ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮತ್ತಿತರ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆ ಮಾಡುವು ದಾದರೂ ಹೇಗೆ? ಈ ಸಣ್ಣ ಅಳತೆಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಮಾನವನ್ನು ಮೈಕ್ರಾನ್ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ ಒಂದು ಮಿಲಿಮೀಟರಿನ ಸಾವಿರ ದಲ್ಲೊಂದು ಭಾಗ. ಒಂದುನೂರು ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ಸಣ್ಣದಾದ ವಸ್ತುಗಳು ನಮ್ಮ ಬರಿಯ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಬೆಳಕನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಒಂದು ಮೈಕ್ರಾನ್ ಗಾತ್ರವಿರುವ ವಸ್ತು ಗಳನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ (electron) ಪ್ರವಾಹಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲಿ ೧/೧೦೦೦ ಮೈಕ್ರಾನ್ ಗಾತ್ರವಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಕಾಣಬಹುದು.

ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣ ಜೀವಾಣುವೆಂದರೆ ಬಿಳಿಯ ರಕ್ತದ ಜೀವಾಣು. ಇದರ ಗಾತ್ರ ಸುಮಾರು ನಾಲ್ಕು ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳು. ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ಜೀವಾಣುಗಳು ನೀಳವಾಗಿ ಕೋಲಿನಂತಿರುವ ನರದ ಜೀವಾಣುಗಳು. ಕೆಲವು ನರಗಳ ಜೀವಾಣುಗಳು ಸುಮಾರು ನೂರು ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಗರ್ಭಪಡೆದ ಮಾನವ ಅಂಡದ ಅಳತೆ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮೈಕ್ರಾನ್‌ಗಳು. ದೇಹವು ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಆದ ರಚನೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಜೀವಾಣುಗಳ ಒಳರಹಸ್ಯವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರಚಂಡ ಶಕ್ತಿಯ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ನಮಗೆ ಇದುವರೆಗೆ ಜೀವಾಣುಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿ ತಿಳಿದಿರುವುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಪರಿಶೀಲಿಸೋಣ. ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳೆದ ಶರೀರವೊಂದರಲ್ಲಿರುವ ಸುಮಾರು ೬×೧೦^{೧೨} (೬,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦,೦೦೦) ಜೀವಾಣುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯವಲ್ಲ. ನರಗಳ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಯಶಃ ಅನೇಕ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಜೀವಾಣುಗಳು ಮಗುವಿನ ಜನನವಾದಾಗಲೇ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಜನನಾನಂತರ ಇವು ದ್ವಿಗುಣಗೊಳ್ಳುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದಲೇ ಜನನಾನಂತರ ಇವು ನಾಶವಾದಲ್ಲಿ, ನಷ್ಟವನ್ನು ತುಂಬುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ವಿಶಿಷ್ಟ ಜೀವಕಣಗಳು ನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ಕಾರ್ಯಪಾಲನೆಗಾಗಿ ಸಿದ್ಧವಾದವು. ಆದ್ದರಿಂದ ದ್ವಿಗುಣಗೊಂಡು ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಇವು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ದೇಹಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಇವುಗಳ ಗಾತ್ರ ಮತ್ತು ಉದ್ದಳತೆಗಳು ಹೆಚ್ಚಬಹುದು. ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೆಳೆದ ಮನುಷ್ಯ ದೇಹದೊಳಗಿನ ಅನೇಕ ಅವಯುವಗಳ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಸಾಧಾರಣ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುವ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಅವಯುವಗಳು ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಹಾನಿಗೊಳಗಾಗಿ ಜೀವಾಣುಗಳು ನಷ್ಟವಾದಲ್ಲಿ, ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯು ಪುನಃ ಆಗಿ ಈ ಅವಯುವಗಳು ಮೊದಲಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಶರೀರದಲ್ಲಿನ ಮತ್ತೆ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಜೀವಾಣುಗಳು ಸದಾ ನಾಶವಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ; ಅಂತೆಯೇ ನಷ್ಟವನ್ನು ತುಂಬಲು ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯೂ ಆಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ದೇಹದ ಚರ್ಮವು ಸ್ಪರ್ಶದಿಂದ, ಉಜ್ಜುವಿಕೆಯಿಂದ ಸದಾ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಅಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯೂ ಆಗುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ರಕ್ತದ ಜೀವಾಣುಗಳೂ ಕೆಲಸಮಾಡಿ ನಾಶವಾಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಮೂಳೆಯ ಟೊಳ್ಳಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಅವುಗಳು ರಕ್ತವನ್ನು ಸೇರಿ ನಷ್ಟ ತುಂಬುತ್ತವೆ.

ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ವೈವಿಧ್ಯತೆ ಇದ್ದರೂ, ಎಲ್ಲ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮುಖ್ಯ

ವಾದ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಿವೆ—ಜೀವದ್ರವ್ಯ (cytoplasm) ಮತ್ತು ಜೀವಾಣುಕೇಂದ್ರ (nucleus). ಜೀವಾಣು "ಕಾರ್ಖಾನೆ"ಯ ಕಾರ್ಯವಿಭಾಗ ಜೀವದ್ರವಪಲ್ಲಿರುತ್ತದೆ. ನಾವು ತೆಗೆದುಕೊಂಡ ಆಹಾರದ ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಶರ್ಕರ, ಪಿಷ್ಟ, ಸಸಾರಜನಕಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ರಾಸಾಯನಿಕವಸ್ತುಗಳು ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಇತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಾಗಿಯೂ, ಶಕ್ತಿಯಾಗಿಯೂ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರವು ಈ ಕಾರ್ಖಾನೆಯ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಕ ಕಛೇರಿ. ಜೀವಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮವನ್ನು ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರವು ನಿಯಂತ್ರಿಸುತ್ತದೆ.

ಪ್ರತಿ ಜೀವಾಣುವಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದು ತೆಳುಪೊರೆ (membrane) ಇದ್ದು ಅಕ್ಕಪಕ್ಕದ ಜೀವಾಣುಗಳ ಪೊರೆಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಜೀವಾಣುವಿನ ಸುತ್ತಲ ಪೊರೆ ಕೇವಲ ಹೊದಿಕೆ ಅಥವಾ ಗೋಡೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿರುವ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಆಹಾರ ತಲುಪಿ, ಜೀವದ್ರವ್ಯದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾದ ಮೇಲೆ, ತಯಾರಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ಪೊರೆಯ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಹೊರ ಚೆಲ್ಲಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಜೀವಾಣುವಿಗೆ ಈ ರಂಧ್ರಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಇತರ ಜೀವಾಣುಗಳೊಂದಿಗೆ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧ್ಯ. ಜೀವಾಣುಗಳು ಹಾರ್ಮೋನ್‌ಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ನಿಯೋಗಿಗಳ ಮೂಲಕ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಭಾಷಿಸಿ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯನಿರ್ವಹಣೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ.

ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ ವರ್ಣತಂತುಗಳು (Chromosome) ತಮ್ಮಲ್ಲಿ ವಂಶಪರಂಪರೆಯ ಗುಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ವಂಶವಾಹಿ (Gene) ಗಳನ್ನು ಹೊತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಂಶವಾಹಿಗಳು ಡಿ ಆಕ್ಸಿರೈಬೋ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (DNA) ಗಳ ಅಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಆದವು. ಈ ವಿವಿಧ DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆಯೇ ವಂಶಪರಂಪರೆಯ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ತಲೆಮಾರಿನಿಂದ ತಲೆಮಾರಿಗೆ ಸಾಗಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಜೀವಾಣುಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ವರ್ಣತಂತುಗಳಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ಗಳೆಂಬ ಭಾಗಗಳುಂಟು. ಇವು ರೈಬೋ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯಿಕ್ ಆಮ್ಲ (RNA) ಗಳ ಅಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಆದವು; ಇವುಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಜೀವಾಣುಕೇಂದ್ರ ಮತ್ತು ಜೀವದ್ರವ್ಯಗಳ ನಡುವಿನ ವ್ಯವಹಾರ ನಡೆಯುತ್ತದೆ. ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ DNA ಅಣುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಲಸ್‌ನ RNA ಅಣುಗಳನ್ನು ನಿಯೋಗಿಗಳನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರದ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪೊರೆಯ ಮೂಲಕ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಆಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಜೀವದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸುತ್ತವೆಯೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ.

ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕದ ಮೂಲಕ ತೆಗೆದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳಿಂದ ಜೀವಾಣುಗಳು

ಕೂಡಿ ಹೇಗೆ ಅಂಗಕಟ್ಟು(tissue)ಗಳ ರಚನೆಯಾಗಿದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಕಾಣ ಬಹುದು. ಈ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಆಗಬಹುದಾದ ವೈಪರೀತ್ಯ, ವಿಕಾರಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳ ರಚನೆಯ ಜ್ಞಾನ ಅಗತ್ಯ.

ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳು ಈ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳು ಕೂಡಿಯೇ ನಿರ್ಮಾಣ ವಾಗಿವೆ. ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಜೀವಾಣುಗಳ ವಿಭಜನೆ (cell-division) ಮೊದಲ ಹಂತ. ವಿಭಜನೆಗಳಿಂದ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿ, ಸಾವಿರಾರು ಜೀವಾಣುಗಳ ಜೋಡಣೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಗಿ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕಾರ್ಯ ಆಗುತ್ತದೆ. ಜೀವಾಣುವಿನ ವಿಭಜನೆಯಲ್ಲಿ, ಜೀವಾಣು ವಿನಲ್ಲಿರುವ ಎಲ್ಲ ವರ್ಣತಂತುಗಳ ಪ್ರತಿ ರೂಪಗಳು ಹೊಸ ಜೀವಾಣುವಿಗೆ ದೊರೆಯುವುದು ಅಗತ್ಯ. ಹೀಗಾದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವೇ ಹೊಸ ಜೀವಾಣುವು ಹಳೆಯ ಜೀವಾಣುವಿನ ಪ್ರತಿರೂಪವಾಗಿ, ಹಳೆಯ ಜೀವಾಣುವಿನ ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರ ದಲ್ಲಿರುವ ವಂಶಪರಂಪರೆಯ ಗುಣಗಳು ಮತ್ತು ಜ್ಞಾನ ಹೊಸ ಜೀವಾಣುವಿಗೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಜೀವಾಣು ವಿಭಜನೆಯಲ್ಲೂ ಈ ಕಾರ್ಯವು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಕುಂದಿಲ್ಲದೆ ನಡೆಯುವುದೇ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಒಂದು ಸೋಜಿಗ.

ಮಾನವನ ಜೀವನವು ಗರ್ಭದಾನ ಪಡೆದ ಹೆಣ್ಣಿನ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಜೀವಾಣುವಿನಿಂದ ಆರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಒಂದು ಜೀವಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಆ ಮಾನವನ ರೂಪ, ಸ್ವಭಾವ, ಬಣ್ಣ, ಮೇಧಾಶಕ್ತಿ, ಮನೋಭಾವ ಮೊದಲಾದ ಎಷ್ಟೋ ವಂಶಪರಂಪರೆಯ ಗುಣಗಳ ಜ್ಞಾನ ಅಡಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಜೀವಾಣುವಿ ನಿಂದ ವಿಭಜನೆ ಆರಂಭವಾಗಿ ಒಂಭತ್ತು ತಿಂಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿರತವಾದ ಸುಮಾರು ೨×೧೦^{೧೨} ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಮಾನವನ ಜನ್ಮ ವಾಗುತ್ತದೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳೆಲ್ಲವೂ ಒಂದೇ ರೀತಿಯುವಲ್ಲವೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಪ್ರಥಮ ಜೀವಾಣುವಿನಿಂದ ಆರಂಭವಾದ ವಿಭಜನ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದಿಂದ ಒಂದೇ ರೀತಿಯ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗುವು ದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದು ಖಂಡಿತ. ಹಾಗೇನಾದರೂ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಜೀವಾಣುಗಳು ಮಾತ್ರವೇ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದಲ್ಲಿ, ದೊರೆಯುವುದು ಪರಿಪೂರ್ಣವಾದ ಮಗುವಲ್ಲ, ಕೇವಲ ಒಂದು ಮಾಂಸದ ಮುದ್ದೆ ಮಾತ್ರ. ಜೀವನದ ಮೊದಲ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಜೀವಾಣುಗಳು ಪರಸ್ಪರ ಸಂಭಾಷಿಸಿ, ತಮ್ಮ ಅಂತಿಮ ಗುರಿಯನ್ನು ಲಕ್ಷ್ಯದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ವಿವಿಧ ಸ್ವರೂಪ, ಗುಣ, ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳನ್ನುಳ್ಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸುತ್ತವೆ. ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ರಚನೆ ಈ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿ ಆದ ಅಂಗಕಟ್ಟು

ಗಳಿಂದ ಆಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳ ರಚನೆಯಾದ ಕೂಡಲೇ ಆ ಭಾಗದ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ತಮ್ಮ ನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾರ್ಯ, ಆಯುಃ ಪರಿಮಿತಿ, ವಿಭಜನೆಯ ಅಂತ್ಯ ಮತ್ತು ಅಗತ್ಯಗಳ ಜ್ಞಾನವೂ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿ ಜೀವಾಣುವಿಗೂ ಮಿದುಳಿನೊಡನೆ ನೇರವಾದ ಸಂಪರ್ಕ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಜೀವಾಣುಗಳು ತಾವೇ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲಿನ ಜೀವಾಣುಗಳೊಡನೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಾಹಕಗಳು ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮೂಲಕ ಸಂಭಾಷಿಸಿ, ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ಬರುವ ಆಹಾರ ಮತ್ತು ಸಂದೇಶಗಳನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ತಾವೇ ನಿಯಮಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯ ಮತ್ತು ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಅರಿತುಕೊಂಡು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಜೀವಾಣುಗಳು. ಪ್ರಬುದ್ಧ ಜೀವಾಣುಗಳಿಂದ ಹೊಸ ಅಂಗಾಂಗಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ (ದೇಹ ಪರಿಪೂರ್ಣವಾಗುವವರೆಗೆ), ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ ನಾಶವಾದ ಜೀವಾಣುಗಳ ನಷ್ಟ ತುಂಬಲು ಅದೇ ರೀತಿಯ ಜೀವಾಣುಗಳ ಮರು ಸೃಷ್ಟಿ, ಮತ್ತು ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳಿಂದ ಹಾನಿಗೊಂಡ ಅಂಗಾಂಗ ಗಳನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸುವ ಕಾರ್ಯಗಳು ನಡೆಯುತ್ತವೆ. ದೇಹದಲ್ಲಿರುವ ಜೀವಾಣು ಗಳೆಲ್ಲವೂ ಪ್ರಬುದ್ಧವಾಗಿದ್ದು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಕ್ರಮದಿಂದ ಮಾಡುತ್ತಿರುವವರೆಗೂ ನಮಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಭಯವಿಲ್ಲ.

ಜೀವಾಣುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದು ಜೀವಾಣು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವ DNA ಅಣುಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ. ಈ DNA ಅಣುಗಳ ರಾಸಾಯನಿಕ ರಚನೆಯು ಜೀವಾಣುಗಳ ಸ್ವರೂಪ, ಕಾರ್ಯ ಮೊದ ಲಾದುವುಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುತ್ತದೆ. DNA ಅಣುಗಳು ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳೆಂಬ ಅನೇಕ ಬಿಡಿ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು ಕೂಡಿ ಆಗಿವೆ. DNA ಅಣುಗಳಲ್ಲಿನ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳ ಸ್ಥಳ ಪಲ್ಲಟದಿಂದ DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆ ಬದಲಾಗು ತ್ತದೆ. ಒಂದು ಸಾವಿರ ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯೋಟೈಡ್‌ಗಳಿರುವ ಅಣುವೊಂದಕ್ಕೆ $೧೦^{೫೯೦}$ ರಚನೆಗಳು ಸಾಧ್ಯ. ಇಷ್ಟು ಅಗಾಧ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ರಚನೆಗಳು ಸಾಧ್ಯವಿರುವಾಗ DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಆಗದಿರುವುದು ಸೋಜಿಗದ ಸಂಗತಿ. ಅಪೂರ್ವವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗಿದ್ದು ಆ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ತಾವು ಮಾಡಬೇಕಾದ ಕಾರ್ಯದ ಅರಿವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಅವು ದೇಹಕ್ಕೆ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗಿರುತ್ತವೆ, ಹಾಗೂ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಂದ ಕಿಕ್ಕಿರಿದು ತುಂಬಿರುವ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಅನಾವಶ್ಯಕವಾಗಿ ಸ್ಥಳವನ್ನಾಕ್ರಮಿಸಿ ಸರಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳ ಆಹಾರವನ್ನು ಕಬಳಿಸಿ ದೇಹಕ್ಕೆ ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟು ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಕ್ರಮವಾಗಿದ್ದು ನಿಯಂತ್ರಿತ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ಜಿವಾಣುಗಳು ಪಾಲಿಸುವ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಈ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳು ಪಾಲಿಸು

ವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಮೂಲ. ತಾವಿರುವ ಅವಯವಕ್ಕೆ ಇರುವ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಮತ್ತು ಮಿತಿಗಳನ್ನು ಅರಿಯದ ಈ ಹತೋಟಿ ತಪ್ಪಿದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳು ಮಿತಿ ಇಲ್ಲದೆ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡು ತಮ್ಮಂತಹವೇ ಆದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪೊಂದನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಅನೇಕ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪು ಮಾಂಸದ ಮುದ್ದೆಯಾಗಿ (ಈ ಮುದ್ದೆ ಮೆದುವಾಗಿರಬಹುದು ಇಲ್ಲವೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರಬಹುದು) ತೋರಿಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಮಾಂಸದ ಮುದ್ದೆಯ ಹುಣ್ಣೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್. ಜೀವಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವಿಭಜನೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಈ ಹುಣ್ಣಿನ ಗಾತ್ರವೂ ಹೆಚ್ಚತೊಡಗುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಹುಣ್ಣುಗಳು ದೇಹದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಾದರೂ ಬೆಳೆಯಬಲ್ಲುವು. ಅನೇಕ ಬಾರಿ ದೇಹದ ಹೊರಭಾಗದಲ್ಲಿ ಗೋಚರವಾಗದಿರುವುದರಿಂದ ಹುಣ್ಣಿನ ಗಾತ್ರ ಮಿತಿ ಮೀರಿ ಅವಯವಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ತೀವ್ರ ಅಡಚಣೆಯಾಗುವವರೆಗೂ ಅದರ ಇರವಿನ ಅರಿವು ರೋಗಿಗಾಗಲೀ ವೈದ್ಯರಿಗಾಗಲೀ ಆಗುವುದು ಕಷ್ಟ.

ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವಿಧ, ಗಾತ್ರ, ಸ್ವರೂಪಗಳು ಸಾಧ್ಯವಿದೆಯೆಂದು ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಇದೇ ರೀತಿ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಅವುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ಹುಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವೈವಿಧ್ಯತೆಯಿದೆ. ಹಲವು ಜೀವಾಣುಗಳು ನಿಧಾನವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಂಡರೆ ಮತ್ತೆ ಹಲವು ಬಹು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆತುರದಿಂದ ವಿಭಜನೆಯಾಗುವ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಹುಣ್ಣಿನಗಾತ್ರ ಬಹುಬೇಗ ಹೆಚ್ಚಿ ರೋಗಿಯ ಮೇಲೆ ಅದರ ಪರಿಣಾಮವೂ ಶೀಘ್ರವಾಗಿಯೇ ಆಗುತ್ತದೆ. ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕವಿದ್ದು ಅವು ತಮ್ಮವೇ ಆದ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತವೆ. ವೈದ್ಯ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಇಂದು ಕಾರಣಗಳು ತಿಳಿಯದೆ ಇದ್ದರೂ, ಹಲವು ಬಗೆಯ ಹುಣ್ಣುಗಳು ಎಷ್ಟೋ ಕಾಲ ಬೆಳೆಯದೆ ನಿಂತಿದ್ದು, ಇದ್ದಕ್ಕಿದಂತೆಯೇ ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಬೆಳೆಯಲು ಆರಂಭಿಸುತ್ತವೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆಯೇ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆಯಾಗತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಇದು ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸ್ವಯಂ ನಾಶದಿಂದ ಆಗಬಹುದು, ಅಥವಾ ಅವುಗಳೊಡನೆ ಬಹುಶಃ ಸಂಪರ್ಕವಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರಬಹುದಾದ ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಜೀವಾಣುಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಆಗಬಹುದು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಹುಣ್ಣುಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟಗಾತ್ರದವರೆಗೂ ಬೆಳೆದು ಅನಂತರ ಬೆಳೆಯುವುದನ್ನು ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾಲದವರೆಗೂ ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತವೆ.

ಉಳಿದೆಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಹುಣ್ಣುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾದ ಹುಣ್ಣುಗಳೆಂದರೆ ಮಾರಕ ಹುಣ್ಣುಗಳು (malignant tumours). ಈ ಮಾರಕ ಹುಣ್ಣುಗಳ ಮೂಲವಾದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ಬಂಧನಶಕ್ತಿ ಕಡಮೆ. ಇಂತಹ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಗುಂಪುಗಳು ತಮ್ಮ ಮೂಲವಾದ ಮುಖ್ಯ ಹುಣ್ಣಿನಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಬೇರ್ಪಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಸಣ್ಣ ಅಕ್ರಮ

ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪುಗಳು ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಮೂಲಕ ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಸಂಚರಿಸಿ ಎಲ್ಲೆಂದರಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಅವು ನೆಲೆಗೊಂಡ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ವರ್ಧಿಸಿ ಹೊಸ ಹುಣ್ಣುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಮುಖ್ಯ ಹುಣ್ಣಿನಿಂದ ಬೇರ್ಪಟ್ಟ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪುಗಳು ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗಾತ್ರದವುಗಳಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅವು ನೆಲೆಗೊಂಡ ಹೊಸದರಲ್ಲಿ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ದೇಹದ ಅನೇಕ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾದ ಮರಿಹುಣ್ಣುಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟುವುದಾಗಲೀ, ನಾಶಮಾಡುವುದಾಗಲೀ ಬಹುಕಷ್ಟ. ಕಾಲಕಳೆದಂತೆ, ರೋಗಿ ಇನ್ನೂ ಬದುಕಿದ್ದರೆ, ಮರಿ ಹುಣ್ಣುಗಳೂ ಬೆಳೆದು ಮೂಲ ಹುಣ್ಣಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನೇ ಪಡೆಯುತ್ತವೆ. ಆಗ ಯಾವುದು ಮೂಲ ಹುಣ್ಣೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದೂ ಕಷ್ಟ. ಮರಿಹುಣ್ಣುಗಳು ಪ್ರಾರಂಭವಾದುದರ ಅರಿವಾದಕೂಡಲೇ ರೋಗಿಯ ಕಡೆಯ ದಿನಗಳು ಆರಂಭವಾಗಿವೆಯೆನ್ನಬಹುದು.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉಳ್ಳಭಾಗ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಊದಿಕೊಂಡಿರುವುದಷ್ಟೆ ಬರಿಯ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಕುರುಹು. ಈ ಊತಕ್ಕೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕಾರಣವೇ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ತಜ್ಞ ರೋಗಲಕ್ಷಣ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ (pathologist) ನೊಬ್ಬನ ನೆರವುಬೇಕು. ಎಷ್ಟೋಬಾರಿ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಕಾರಣವಾಗಿ ತೋರಿಬರುವ ಊತವೇ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರಬಹುದೆಂಬ ಸಂಶಯಕ್ಕೆ ಎಡೆಗೊಡುವುದಾದರೂ ಊತವಿರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿನ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳ ಪದರಗಳನ್ನು ರೋಗಲಕ್ಷಣ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದನಂತರವೇ ನಿಶ್ಚಯವಾಗಿ ಹೇಳುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ರೋಗಲಕ್ಷಣಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಮೂರು ಲಕ್ಷಣಗಳಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ಗುರುತುಹಿಡಿಯುತ್ತಾರೆ: ೧. ಅವಯವ ಅಥವಾ ಅಲ್ಲಿನ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ (neoplasm) ಮೈದೋರುವಿಕೆ. ೨. ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಹಳೆಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ರಚನೆಗೂ, ಅಷ್ಟು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಲ್ಲದ ಹೊಸ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ರಚನೆಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು (anaplasia) ಮತ್ತು ೩. ತಮಗೆ ಸೂಕ್ತವಲ್ಲದ ಪರಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಜೀವಾಣುಗಳ ವಲಸೆ (metastasis).

ಇತರ ಪ್ರದೇಶಗಳಿಗೆ ಹರಡದಿರುವ ಹುಣ್ಣುಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಮ್ಯಾವಾಗಿ ಕೇವಲ ಮೊದಲ ಲಕ್ಷಣ ಮಾತ್ರ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ. ಎಷ್ಟೋ ಬಾರಿ ಇಂತಹ ಹೊಸ ಬೆಳವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕ್ಷ-ಕಿರಣ ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉಗಮವಾದ ಅತಿ ಹೊಸದರಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಮೂರು ಲಕ್ಷಣಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಯೂ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ನಿಷ್ಪ್ರಯೋಜಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊಸದಾಗಿ ಆರಂಭವಾದ ಹುಣ್ಣಿನ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಗಾತ್ರದ್ದಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅನುಮಾನಕ್ಕೆ ಎಡೆಗೊಡುವುದಿಲ್ಲ. ಹೊಸದಾಗಿ ಆರಂಭವಾದ ಹುಣ್ಣಿನ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೂ, ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೂ ಇರುವ

ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ್ದರಿಂದಲೂ, ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಆ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದುದರಿಂದಲೂ ತಜ್ಞರೋಗ ಲಕ್ಷಣ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ ಮೋಸ ಹೋಗುತ್ತಾನೆ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣಗಳು

ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಜೀವಾಣುಗಳೊಳಗಿನ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳಾದ DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿನ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಮೂಲಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದರೂ, DNA ಅಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಹೇಗಾಗುವುದೆಂದು ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ದೇಹದಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳಲ್ಲೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಆರಂಭವಾಗಬಹುದೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದಿರುವುದರಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಕಾರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಶರೀರದಲ್ಲೇ ಅಡಕವಾಗಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳಲಾಗದು.

ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಲಿನ ವಾತಾವರಣ, ನಮ್ಮ ಆಹಾರ, ಜೀವನ ಕ್ರಮಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದೆಂದು ಹಲವು ಅಂಕಿ ಅಂಶ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತೋರಿಸಿದ್ದರೂ, ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಪೀಡಿತವಾಗದ ಜನಾಂಗವಾಗಲೀ, ಪ್ರದೇಶವಾಗಲೀ ಇಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಜನರಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೆ ಎಂಭತ್ತು ಜನ ತಕ್ಕ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಿಲ್ಲದ ಗ್ರಾಮಗಳಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಅನೇಕಮಂದಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆದ ವೈದ್ಯರ ಬಳಿ ಹೋಗದಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ವಿಷಯವಾದ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಕ್ರಮವಾಗಿ ನಡೆದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳು ಕೇವಲ ದೊಡ್ಡ ನಗರಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ಮಾತ್ರ ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳ ಪ್ರಕಾರ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್ ನಗರದ ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯನಿಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಿಯಾಗುವ ಸಂಭವ ಎಷ್ಟುಂಟೋ ಅಷ್ಟೇ ಸಂಭವ ಬೊಂಬಾಯಿಯ ಜನ ಸಾಮಾನ್ಯನಿಗೂ ಉಂಟು. ಅದೇ ಸಂಭವ ಲಂಡನ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಜನಸಾಮಾನ್ಯನಿಗೂ ಇದೆ.

ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಿಂದ ಒಟ್ಟು ಮರಣದ ಸಂಭವ ಎಲ್ಲ ದೇಶಗಳಲ್ಲೂ ಸಮಾನವೇ ಆಗಿದ್ದರೂ, ಕೆಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ಗಮನಕ್ಕೆ ಬರುವ ವಿಷಯ. ಆಯುಃಪರಿಮಿತಿ ಹೆಚ್ಚಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಆಗುವ ಸಾವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚು ಎಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಮೂವತ್ತರೊಳಗಿನ ವಯಸ್ಸಿನವರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉಂಟಾಗುವ ಸಂಭವ ಕಡಮೆಯೆಂದೂ, ಮೂವತ್ತಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಯಸ್ಸಾದವರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬರುತ್ತದೆ, ಹಾಗೂ ವಯಸ್ಸು ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವವೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ದೀರ್ಘ ಜೀವಿಗಳಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಸಾಯುವವರು ಹೆಚ್ಚು. ದೀರ್ಘ

ಜೀವಿಗಳಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದು ಇತರ ರೋಗಗಳಿಂದ ಸಾಯದೆ ಉಳಿದ ಜನ, ಕಡೆಗೆ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಮಣಿಯದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾರೆ. ಈ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಯೂ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ, ಕ್ಯಾನ್ಸರು ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಯಿಂದ ಜನಿಸಿದ ರೋಗವೆಂದು ಕೆಲವರು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಗಿಂತಲೂ ಪುರಾತನವಾದ ರೋಗ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್. ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಗೂ, ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೇಳಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಮುಂದೆ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಹಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವುದರಿಂದ ಆ ಪ್ರದೇಶಗಳ ವಾತಾವರಣ, ಅಲ್ಲಿನ ಜನರ ಜೀವನಕ್ರಮ ಮೊದಲಾದವುಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆ ಈ ರೋಗದ ಕಾರಣಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹೊಸ ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆಲ್ಲುತ್ತದೆ.

ಅರ್ಜೆಂಟೈನಾದ ಕೆಲವು ಭಾಗದ ಜನರಲ್ಲಿ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೆಚ್ಚು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲಿನ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಆರ್ಸೆನಿಕ್‌ನ ಅಂಶ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಸ್ವಿಟ್ಜರ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅಯೊಡಿನ್ ಅಂಶ ನಮ್ಮ ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದುದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಇರುವುದೇ ಕಾರಣವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಉತ್ತರ ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತ ಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ದಕ್ಷಿಣ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಐರೋಪ್ಯ ಜನಾಂಗಗಳ ಜನರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾದಲ್ಲಿರುವ ಐರೋಪ್ಯರಲ್ಲಿ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ (ಅದರಲ್ಲೂ ಮುಖದ ಮೇಲೆ) ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿನ ಹೆಚ್ಚು ಜನರ ಕಸಬು ಕೃಷಿ, ಪಶುಪಾಲನೆಯಾದ್ದರಿಂದ ಇವರು ಸದಾ ಬಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿರುವ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಇದೆ. ಸದಾ ಪ್ರಖರವಾದ ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿಗೆ ಮುಖ ಒಡ್ಡಿರುವುದರಿಂದ ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದೇ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರುವ ನೀಗ್ರೋ ಜನಾಂಗದವರಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಆಗುವ ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿಯ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಚರ್ಮದ ಮೇಲುಹೊದಿಕೆಯ ಕೆಳಗಿರುವ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯ (pigment)ದ ಪದರವು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲದು. ಬೆಳುಬಣ್ಣದ ಜನರ ಚರ್ಮದಲ್ಲಿ ಈ ವರ್ಣದ್ರವ್ಯದ ಅಂಶ ಕಡಮೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅವರು ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು. ಮಕ್ಕಳ ತಲೆಯನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬೋಳಿಸುವ ಅಭ್ಯಾಸವಿರುವ ಜಪಾನ್ ಮತ್ತು ಹಲವು ಮಹಮ್ಮದೀಯ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೆತ್ತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದಕ್ಕೆ ಬಿಸಿಲಿನ ಪ್ರಭಾವವೂ ಕಾರಣವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಕ್ಷೌರಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸದಿದ್ದಲ್ಲಿ ತಲೆಯ ಮೇಲೆ

ಪದೇ ಪದೇ ಆಗುವ ಗಾಯಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ಹುಣ್ಣುಗಳಾಗಿ ಕಾಲಾನಂತರ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆಗಬಹುದು.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲೇ ಹಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಕಾಶ್ಮೀರದ ಬಡಜನರು ಛಳಿಗಾಲದಲ್ಲಿ ಶಾಖಕ್ಕಾಗಿ ಮಡಕೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಂಡ ತುಂಬಿಕೊಂಡು ತಮ್ಮ ಅಂಗಿಯೊಳಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಜನರಲ್ಲಿ ಸದಾ ಅತಿ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಸಮೀಪವಾಗಿದ್ದು ಅರ್ಧ ಬೆಂದ ಹೊಟ್ಟೆ ಮತ್ತು ತೊಡೆಗಳ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ. ಉರಿಯುವ ತುದಿಯನ್ನು ಬಾಯಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಚುಟ್ಟಾ ಸೇದುವ ಗೋದಾವರಿ ಪ್ರದೇಶದ ಜನರು ನಾಲಗೆಯ ಹಿಂಭಾಗದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾರೆ. ಖೈನಿ (ಒಂದು ಬಗೆಯ ಬೀಡಿ ಅಥವಾ ಚುಟ್ಟ) ಸೇವನೆಯನ್ನು ಮಾಡುವ ಬಿಹಾರದ ಜನರಲ್ಲಿ ತುಟಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮತ್ತು ತಂಬಾಕು ಅಗಿಯುವ ದಕ್ಷಿಣಭಾರತದ ಜನರಲ್ಲಿ ಕೆನ್ನೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮತ್ತು ಬೀಡಿ ಸೇದುವ ಜನರಲ್ಲಿ ನಾಲಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೆಚ್ಚುಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಅಗಿಯುವ ತಂಬಾಕಿನೊಡನೆ ಅಡಕೆ, ಸುಣ್ಣಗಳು ಸೇರಿದಲ್ಲಿ ಅದರಿಂದಾಗುವ ಹಾನಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪು ಅಗಿಯುವ ಚಟವನ್ನು ನಮ್ಮಜನ ಬಿಟ್ಟಲ್ಲಿ ಬಾಯಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉಳ್ಳವರ ಸಂಖ್ಯೆ ಈಗಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಯ ಹತ್ತರಲ್ಲೊಂದಾಗುತ್ತದೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಸದಾ ಎಲೆ ಅಡಕೆ ಅಗಿಯುತ್ತಿರುವ ಬಹುಜನರಲ್ಲಿ ಗಲ್ಲ ಮತ್ತು ಕೆನ್ನೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಸೀರೆ, ಧೋತಿಗಳನ್ನು ಬಹು ಬಿಗಿಯಾಗಿ ಗಂಟು ಹಾಕಿ ಕಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುವ ಕೇರಳದ ಜನರಲ್ಲಿ ಸೊಂಟದ ಬಳಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಲೆದೋರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಹಲವು ಕಸಬಿನ ಜನರಿಗೆ ಹಲವುಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಬರುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿರುವುದರಿಂದ, ಅದರ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದಲೂ ಹಲವು ಕಾರಣಗಳು ತಿಳಿಯುತ್ತವೆ.

ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮತ್ತು ಕಲ್ಲೆಣ್ಣೆಯ ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಬಹುಮಂದಿಗೆ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಬರುವುದೆಂದು ೧೯೨೦ರಲ್ಲಿಯೇ ಗಮನಿಸಲಾಯಿತು. ಪ್ರಖರ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ವಿಪರೀತ ಪ್ರಭಾವ, ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು, ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಸಹ ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಲ್ಲವಾದರೂ, ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಮತ್ತು ಕಲ್ಲೆಣ್ಣೆಯ ಗಣಿಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ೧೦-೨೦ರಷ್ಟು ಶೀಘ್ರವಾಗಿ ಬರುತ್ತದೆ. ಎಷ್ಟೋಜನರು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವೇ ತಿಂಗಳು ಕೆಲಸ ಮಾಡಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ಪ್ರಾಣಿಗಳಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಅವುಗಳ ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಹದಿನೇಳು, ಹದಿನೆಂಟನೇ ಶತಮಾನದ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಚಿಮಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿ ಅಲ್ಲಿದ್ದ ಮಸಿ ತೆಗೆದು ಸ್ವಚ್ಛಗೊಳಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಮಕ್ಕಳು ವೃಷಣಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಗ ಅಡಿಗೆಗೆ ಮತ್ತು ಮನೆಯನ್ನು ಶಾಖವಾಗಿಡಲು ಅತಿಯಾಗಿ ಮಸಿಯನ್ನು ಹೊರಸೂಸುತ್ತಿದ್ದ ಮೆದು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಮಸಿಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ನ ಉಗಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದಾದಂತಹ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿವೆಯೆಂದು ಅನಂತರದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ.

ಅಜೋ ಮತ್ತು ಅನಿಲಿನ್ ಬಣ್ಣಗಳ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳ ಕೆಲಸಗಾರರು ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಅಧಿಕವಾಗಿ ತುತ್ತಾಗುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನೇಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳನ್ನು ನಾಯಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಕೆಲವಾದರೂ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡಬಲ್ಲವೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲಾಗಿದೆ. ಬಣ್ಣದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಬೀಟ ನ್ಯಾಫ್ತೈಲಮೀನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ರಬ್ಬರ್ ಉದ್ಯಮದ ಕೆಲಸಗಾರರಲ್ಲೂ ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಮತ್ತು ಕ್ರೋಮಿಯಂ ಖನಿಜಗಳ ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಜನರಲ್ಲಿ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಲೆದೋರುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಖನಿಜಗಳ ಧೂಳನ್ನು ಸೇವಿಸುವುದರಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಸಾಧ್ಯವೆಂದು ಅನಂತರದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಖನಿಜಗಳಿರುವ ಜರ್ಮನಿಯ ಷ್ನೀಬರ್ಗ್ ಗಣಿಗಳ ಕೆಲಸಗಾರರು ಸತ್ತನಂತರ, ಅವರ ಶವಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಸಾವಿನ ಕಾರಣವೇನೇ ಇರಲಿ, ನೂರಕ್ಕೆ ಎಪ್ಪತ್ತೈದರಷ್ಟು ಮಂದಿಯಲ್ಲಿ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಆರ್ಸೆನಿಕ್ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಇತರ ಉದ್ಯಮಗಳ ಕೆಲಸಗಾರರಲ್ಲೂ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ.

ರೇಡಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯನ್ನುಳ್ಳ ಇತರ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳೊಡನೆ, ಮತ್ತು ಈ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ಖನಿಜಗಳ ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ಜನರು, ಈ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ದೇಹದ ಯಾವಭಾಗದಲ್ಲಿ ಶೇಖರವಾಗುತ್ತವೋ, ಆ ಭಾಗದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಇಂತಹ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಪರ್ಕವುಳ್ಳ ಜನರು ಮೂಳೆಯ ಮತ್ತು ರಕ್ತದ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾಗುತ್ತಾರೆ.

ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳು ಮತ್ತು ಗ್ಯಾಮ ಕಿರಣಗಳು ಸಹ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳ ಉಪಕರಣ

ಗಳೊಡನೆ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ರೇಡಿಯಾಲಜಿಸ್ಟರೂ, ಇತರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಗಾಗಿ ಅತಿಯಾಗಿ ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳನ್ನಾಗಲೀ, ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳನ್ನಾಗಲೀ ಪಡೆದ ರೋಗಿಗಳೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಆಹುತಿಯಾಗುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚು. ಈ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಸಿಲುಕಿದ ಕೂಡಲೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ನಾಲ್ಕಾರು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರದ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಬಹುಮಂದಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಿಗಳಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಹಿರೋಷಿಮಾ, ನಾಗಸಾಕಿಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಫೋಟವಾದ ಪರಮಾಣುಬಾಂಬುಗಳ ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಅನೇಕಮಂದಿ ಜಪಾನೀಯರು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ನರಳಿ ಸತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇನ್ನೂ ಇಂದಿಗೂ ಎಷ್ಟೋಮಂದಿ ಹೀಗೆ ನರಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಬಾಂಬಿನ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಗಾದ ಬಹುಮಂದಿಯಲ್ಲಿ ಲ್ಯುಕೇಮಿಯಾ ಎಂಬ ಒಂದುಬಗೆಯ ರಕ್ತದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಬಾಂಬಿನ ಸ್ಫೋಟದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦ ರ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೊಳಗಾದವರು ಮೂಳೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦ ವಿನಾಶಕಾರಿಯಾಗಬಲ್ಲುದೆಂದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಪರಮಾಣುಬಾಂಬುಗಳ ಪರೀಕ್ಷಾಸ್ಫೋಟಗಳಿಂದ ಈಗಾಗಲೇ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿರುವ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦ ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೆರತು ಸರ್ವರಿಗೂ ಸಮನಾಗಿ ಹಾನಿಯನ್ನು ತರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿವೆ. ಪರಮಾಣುಬಾಂಬುಗಳನ್ನುಳ್ಳ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಹಲವು ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ನಮ್ಮ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಯ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦ ಇನ್ನೂ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಮಟ್ಟವನ್ನು ಮುಟ್ಟಿಲ್ಲವೆಂದು ವಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ವಿನಾಶಕಾರಿ ಮಟ್ಟವೆಷ್ಟೆಂಬುದನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಯಾರಿಗೂ ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಈ ವಾದವನ್ನೊಪ್ಪದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಎಲ್ಲ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲೂ ಅನೇಕರಿದ್ದಾರೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ವಿನಾಶಕಾರಿ ಮಟ್ಟದ ಮಿತಿಯನ್ನು ಮೀರಿದಮೇಲೆ, ಆ ಮಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿದೇನು ಪ್ರಯೋಜನ? ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಬಾಂಬುಗಳಿಂದ ಸ್ಟ್ರಾಂಷಿಯಂ-೯೦ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಇತರ ವಿಕಿರಣ ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ವಿನಾಶಕಾರಿ ವಸ್ತುಗಳೂ ನಮಗೆ ಶಾಪವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತಿವೆ.

ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪು ಮತ್ತು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್

ಈಗ ಹಲವುಕಾಲದಿಂದ ಸಿಗರೇಟು-ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಎಂಬ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಬಹುವಾಗಿ ಕೇಳುತ್ತಿದ್ದೇವೆ. ಸಿಗರೇಟಿನ ಸೇವನೆ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವ ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತಸಂಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿ ೧೯೬೨ರಲ್ಲಿ ೪೯೦೦೦ ಜನರು ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಮೃತಪಟ್ಟರು ಮತ್ತು ಅವರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ಕೆಲವೇಮಂದಿ ಮಾತ್ರ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವಿಸದವರಾಗಿದ್ದರು. ಕೇವಲ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಇತರ ಹಲವುಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಮತ್ತು ಎಂಫಿಸೀಮಾ, ಕ್ಷಯ

ಮೊದಲಾದ ಹಲವಾರು ಇತರ ಮಾರಕ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಸೇವನೆ ಕಾರಣವಾಗಬಲ್ಲುದು.

ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹೇಗೆ ತಲೆದೋರಬಹುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಮೂರು ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದು.

೧. ಒಂದೇ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಪದೇ ಪದೇ ಶಾಖವನ್ನು ತಗುಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿನ ಚರ್ಮ ಸುಟ್ಟು ವ್ರಣವಾಗಿ ಅನಂತರ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದು ಪ್ರಯೋಗಸಿದ್ಧವಾದ ವಿಷಯ. ಸಿಗರೇಟು, ಚುಟ್ಟಾ, ಬೀಡಿ ಅಥವಾ ಚುಂಗಾಣಿಗಳಿಂದ ಹೊಗೆ ಬಾಯನ್ನು ಹೊಗುವಾಗ ಬಹು ಬಿಸಿಯಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖವಾದ ಹೊಗೆಯೇ ಬಾಯಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಗುವ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪನ್ನು (ಮತ್ತು ಎಲೆ ಅಡಕೆಗಳನ್ನು) ಸದಾ ಅಗಿಯುವವರ ಬಾಯಲ್ಲಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಚರ್ಮಕ್ಕೆ ಘಾಸಿಯಾಗಿ ಮುಂದೆ ಅದೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ರಸ ಜಠರವನ್ನು ಸೇರುವುದಾದರೂ, ಅದರಿಂದ ಜಠರದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಆಧಾರವಿಲ್ಲ.

ಬಾಯೊಳಗಿನ ಚರ್ಮ ಸುಡುವುದರಿಂದಾಗಲೀ, ಅಗಿತದ ಮೂಲಕ ಉಜ್ಜುಗಾಯಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಗುವುದರಿಂದಾಗಲೀ, ಅಲ್ಲಿನ ಜೀವಾಣುಗಳು ನಷ್ಟವಾಗುತ್ತವೆ. ಬಾಯೊಳಗಿನ ಚರ್ಮ ಅನೇಕ ಕಡೆ ಬಹುಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದುದಾದ್ದರಿಂದ ಜೀವಾಣುಗಳ ನಷ್ಟ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲೇ ಆಗುತ್ತದೆನ್ನಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಆದ ನಷ್ಟವನ್ನು ತುಂಬಲು ಹೊಸ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಆಗಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಪದೇ ಪದೇ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿರುವ ನಷ್ಟವನ್ನು ತುಂಬಲು ಬಾಯೊಳಗಿನ ಇತರ ಜೀವಾಣುಗಳು ತಮ್ಮ ಶಕ್ತಿಮೀರಿ ಕೆಲಸಮಾಡಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ಪದೇ ಪದೇ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯ ಜೀವಾಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ ಆಗಬೇಕಾದಾಗ ಅಸಮರ್ಪಕ ಕಾರ್ಯ ಅನಿವಾರ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಸಮರ್ಪಕ ಕಾರ್ಯದ ಫಲವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಆರಂಭಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು.

೨. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಹೊಗೆಯಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉದ್ಭವಕಾರಿಯಾದ ಹಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿದ್ದು ಅವು ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡು ಅಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು. ಅಷ್ಟು ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಬೇಗ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಯಾವ ವಸ್ತುವನ್ನೂ (ಇವು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ) ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆ ಹೋಗಿದ್ದರೂ, ಘನೀಕರಿಸಿದ ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಹೊಗೆಯನ್ನು ಚರ್ಮಕ್ಕೆ ಹಚ್ಚಿಸಿಕೊಂಡ ಇಲಿಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿರುವುದು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಹೀಗೆ ಘನೀಕರಿಸಿದ ಹೊಗೆ, ಹೊಗೆಯಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ತೀವ್ರವಾದುದು. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಹೊಗೆಯಲ್ಲಿ

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಕಾರಕ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ (carcinogens) ತೀವ್ರತೆಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳೂ (co-carcinogens) ಇವೆಯೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಮಾನವನನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಯಾವ ಪ್ರಾಣಿಗೂ ಸಿಗರೇಟು ಹೊಗೆ ಅಷ್ಟು ಸಹ್ಯವಾದುದಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಸಿಗರೇಟಿನ ಹೊಗೆಯ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉಗಮವಾಗುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಸಿಗರೇಟಿನ ಹೊಗೆ ಸೇವಿಸಿಯೂ ಬದುಕಿರುವ ತರಪೇತಿ ಪಡೆದ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ತಳಿಯ ಇಲಿಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆ ಈಗ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ರೋಗಲಕ್ಷಣ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೊಬ್ಬರು ಅನೇಕ ರೋಗಿಗಳ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವವರ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲಿನ ವೈಪರೀತ್ಯಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಈ ರೋಗಿಗಳ ವಾಯುನಾಳಗಳ ಮೇಲ್ಮೈನ ಜೀವಾಣುಗಳ ರಚನೆ ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಈ ನಾಳಗಳ ಜೀವಾಣು ಪದರಗಳ ದಪ್ಪ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಮೂರನೆಯದಾಗಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಕಹಳೆಯನ್ನೂದುತ್ತಿರುವ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪಿನ ಗಂಟುಗಳು ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪಿನಗಾತ್ರ ಅವರು ಸೇದುತ್ತಿದ್ದ ಸಿಗರೇಟುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿತ್ತು. ದಿನಕ್ಕೆ ಐದು ಸಿಗರೇಟುಗಳನ್ನು ಸೇದುವವರ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲೂ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಈ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಿದ್ದುದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವವರ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲೂ ಅಲ್ಪಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಾದರೂ ಈ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳಿದ್ದುದು ಗೋಚರವಾಯಿತು. ಮಿತಿಯಿಂದ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವವರಿಗೆ ಹಾನಿ ತಟ್ಟದೆಂಬ ವಾದ ಸುಳ್ಳೆಂದು ಇದರಿಂದ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆ.

೩. ಕೇವಲ ಹೊಗೆಯೇ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಮೃದುವಾದ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಪದರಗಳಿಗೆ ಘಾಸಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದು.

ಈವರೆಗೆ ಸಂಗ್ರಹವಾಗಿರುವ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಯಾವುದೇ ಬಗೆಯ ಸೇವನೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದುಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಬರುವ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು ಸತ್ಯವಾಗಿದ್ದರೂ, ಸಿಗರೇಟ್ ಸೇವನೆ ಉಳಿದೆಲ್ಲ ರೀತಿಯ ಸೇವನೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಹಾನಿಕರವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ಅಂಶಕ್ಕೆ ಬಹು ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯಕೊಟ್ಟು ಹಲವು ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಉದ್ಯಮಿಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಹೊಗೆಯಲ್ಲ, ಸಿಗರೇಟು ಸುತ್ತಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕಾಗದದ ಹೊಗೆಯೆಂದು ವಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕಾಗದದ ಹೊಗೆಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಈ ವಾದವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸ ಲಾಗಲೀ, ಅಲ್ಲಗಳೆಯಲಾಗಲೀ ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿಲ್ಲ.

ಹಿಂದಿನ ಮೂವತ್ತುವರ್ಷಗಳಿಂದ ನಡೆದಿರುವ ಅಂಕಿ-ಅಂಶ ಸಂಗ್ರಹಗಳಿಂದ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವ ಸ್ತ್ರೀಯರಿಗಿಂತಲೂ, ಪುರುಷರೇ ಹೆಚ್ಚು ಮಂದಿ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ

ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಬಲಿಯಾಗಿರುವಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಂದ ಕೂಡಲೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಸ್ತ್ರೀಪಕ್ಷಪಾತಿ ಎಂದೆನ್ನಲಾಗದು. ವಿಷಯವನ್ನು ಮತ್ತಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಸಿಗರೇಟು ಸೇದಲು ಆರಂಭಿಸಿದಕೂಡಲೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಆರಂಭವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಲೆದೋರಲು ಇಪ್ಪತ್ತರಿಂದ ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೆಚ್ಚು ಮಂದಿ ಸ್ತ್ರೀಯರು ಸಿಗರೇಟು ಸೇದಲು ಆರಂಭಿಸಿ ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತುವರ್ಷ ಗಳಾಗಿವೆಯಷ್ಟೆ. ಇನ್ನು ಹತ್ತು ಹದಿನೈದು ವರ್ಷ ಕಾದುನೋಡಿದರೆ ಸಿಗರೇಟು ಭಕ್ತರಾದ ಸ್ತ್ರೀಯರ ಮೇಲೇನೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ದಯೆಯಿಲ್ಲ ಎಂಬುದರ ಅರಿವಾಗುವುದು ಖಂಡಿತ. ಈಚಿನ ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳಾಗಲೇ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವಿಸುವ ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲೂ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಘಟನೆಗಳು ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ತೋರಿಸು ತ್ತಿವೆ. ಐವತ್ತುವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಸ್ತ್ರೀಗಾಗಲೀ, ಪುರುಷನಿಗಾಗಲೀ, ಶ್ವಾಸ ಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವ ಇನ್ನೂರರಲ್ಲೊಂದು. ಆದರೆ ಅದೇ ವ್ಯಕ್ತಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಸಿಗರೇಟು ಸೇವಿಸುತ್ತಿದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಭವ ಎಂಟರಲ್ಲೊಂದಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ತಿಳಿದು ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವವರೆಲ್ಲಾ ನಿರಾಶರಾಗಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವು ದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದರೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ.

"ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಸೇವನೆ ಮತ್ತು ಆರೋಗ್ಯ" ಎಂಬ ವರದಿಯಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದ ಸಂಯುಕ್ತಸಂಸ್ಥಾನಗಳ ಜನತಾ ಆರೋಗ್ಯ ಇಲಾಖೆಯಿಂದ ನಿಯಮಿತವಾದ ಆಯೋಗವೊಂದು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿಷಯಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದೆ ಮತ್ತು ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಬರಬಹುದಾದ ಎಂಫಿಸೀಮಾ, ಹೊಟ್ಟೆಯ ಹುಣ್ಣುಗಳು, ವಿಷಮ ಬ್ರಾಂಕೈಟಿಸ್ (ಶ್ವಾಸನಾಳಗಳ ಒಳಚರ್ಮದ ಊತ), ರಕ್ತನಾಳಗಳ ಗಡುಸು ಮೊದಲಾದ ಇತರ ರೋಗಗಳ ಕಡೆಗೂ ಗಮನಸೆಳೆದಿದೆ. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಉದ್ಯಮಗಳಮೇಲೆ ಈ ವರದಿ ಒತ್ತಾಯ ತಂದುದರ ಪರಿಣಾಮ ವಾಗಿ ಇಂದು ಅಲ್ಲಿ ಸಿಗರೇಟು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗಳ ಮೇಲೆ "ಈ ಸಿಗರೇಟುಗಳ ಸೇವನೆ ಯಿಂದ ಸೇವಿಸುವವರ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿಯುಂಟಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ" ಎಂಬ ಎಚ್ಚರಿಕೆಯ ಮಾತು ಮುದ್ರಿತವಾಗುವುದು ಆವಶ್ಯಕವಾಗಿದೆ.

ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಸಿಗರೇಟುಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿ, ಅನಂತರ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ ಕಡೆಗೆ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಮುಕ್ತರಾದ ಡಾ. ಲೂಯಿ ಫೀಸರ್ ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೊಬ್ಬರು ತಮ್ಮ ಲೇಖನವೊಂದರಲ್ಲಿ ಹೀಗೆಂದು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ– "ಆಗುವ ಹಾನಿ ಆಗಿಬಿಟ್ಟಿದೆ, ಇಷ್ಟುದಿನ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವಿಸಿದ ಮೇಲೆ ನಿಲ್ಲಿಸು ವುದರಿಂದ ಲಾಭವಿಲ್ಲವೆನ್ನುವುದು ದೊಡ್ಡತಪ್ಪು. ನಾನು ನನ್ನ ಅರವತ್ತನೇ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬದ ನಂತರ ನಿಲ್ಲಿಸಿ ನನಗೆ ನಾನೇ ಪ್ರಾಣದಾನ ಮಾಡಿಕೊಂಡೆ.

ಎಂಫಿಸೀಮಾದಿಂದ ಹದಗೆಟ್ಟ ಹೃದಯವಿದ್ದೂ ಸಿಗರೇಟುಗಳನ್ನು ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸುತ್ತಾ ಮರಣದೆಡೆಗೆ ಮುನ್ನುಗ್ಗುತ್ತಿದ್ದ ನಾನು ಸಿಗರೇಟು ಸೇವನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿದ ಕೂಡಲೇ ನನ್ನ ಆರೋಗ್ಯ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಉತ್ತಮಗೊಂಡುದನ್ನು ಕಂಡೆ. ಅದರಿಂದ ನನಗೇ ಆಶ್ಚರ್ಯವಾಯಿತು. ಸಿಗರೇಟು ಸೇವನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಲು ಇಷ್ಟು ತಡಮಾಡಿದುದರಿಂದ ನಾನು ಪ್ರಮುಖ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯೊಂದಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಬೇಕಾಯಿತು. ಇನ್ನು ಹಲವುವರ್ಷಗಳ ಮೊದಲೇ ನಿಲ್ಲಿಸಿದ್ದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನೂ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾಗಿತ್ತೋ ಏನೋ.

"ಸಿಗರೇಟಿನ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿಬೀಳದ ಯುವಕ ಯುವತಿಯರು ಅದೃಷ್ಟವಂತರು ಎಂದಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಸಿಗರೇಟು ಸೇದುವವರು ನಿರಾಶರಾಗಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಇಂದೂ ಸಹ ಅವರು ಸಿಗರೇಟನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವವನ್ನು ಕಡಮೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಮರಣವನ್ನು ಮುಂದೂಡಬಹುದು, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮತ್ತು ಇತರ ಪ್ರಮುಖ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಂದ ದೂರವಿರಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಮರಣ ಸಮೀಪವಾದಾಗ ದೀರ್ಘಕಾಲ ನರಳುವ ಸಂಭವದಿಂದ ದೂರವಾಗಬಹುದು. ಇಷ್ಟನ್ನೂ ತಿಳಿದೂ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವನೆಯನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸದವರು ಮತ್ತು ಆರಂಭಿಸುವವರು ಬಹು ದುರದೃಷ್ಟವಂತರು."

ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಇಷ್ಟು ಹಾನಿಯಿದೆಯೆಂದು ತಿಳಿದೂ ನಮ್ಮ ಸರ್ಕಾರಗಳು ಇದನ್ನು ನಿಷೇಧಿಸಲು ಅಥವಾ ಪ್ರತಿಬಂಧಿಸಲು ಯಾವ ಕ್ರಮವನ್ನೂ ಕೈಗೊಳ್ಳದಿರುವುದು ಶೋಚನೀಯ. ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಮೇಲಿನ ತೆರಿಗೆಯಿಂದ ಬರುವ ಆದಾಯದ ಮೇಲೆ ಮಾತ್ರ ಕಣ್ಣಿಟ್ಟಿರುವ ಸರ್ಕಾರಗಳು ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ನಿಷೇಧದಿಂದ ಉತ್ತಮವಾಗುವ ಜನತೆಯ ಆರೋಗ್ಯದ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಗಾಗುವ ಪರೋಕ್ಷ ಲಾಭವನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಟ್ಟಿಲ್ಲ.

ಇಂದಿನ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರಗತಿಯೇ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉಗಮಕ್ಕೆ ನೇರವಾದ ಕಾರಣವಲ್ಲದೇ ಹೋದರೂ ಹಲವು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಭವ ಹೆಚ್ಚಾಗಲು ಕಾರಣವಾಗಿವೆಯೆನ್ನಬಹುದು. ಇಂದಿನ ದೊಡ್ಡಪಟ್ಟಣ, ನಗರಗಳಲ್ಲಿನ ವಾತಾವರಣವು ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಹೊಗೆ (smoke), ಧೂಳು, ಧೂಮ(fumes)ಗಳಿಂದ ಕಲುಷಿತವಾಗಿದೆ. ನಮಗೆ ಅತಿ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ತಾರೆಣ್ಣೆಯ ಧೂಮದಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಪ್ರಚೋದಕವಾದ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿವೆ. ಪೆಟ್ರೋಲ್ ಮತ್ತು ಡೀಸೆಲ್ ಎಣ್ಣೆಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸುವ ಕಾರು, ಬಸ್ಸು, ಲಾರಿಗಳ ಹೊಗೆಯಲ್ಲಿರುವ ಬೆಂಜ್‌ಪೈರೀನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವೂ, ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಇನ್ನು ಹಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನುಳ್ಳವೆಂಬುದು ತಿಳಿದಿದೆ. ರೈಲ್ವೆ ಎಂಜಿನ್‌ಗಳ ಹೊಗೆ ಸಹ ಅಷ್ಟೇ ಹಾನಿಕರವಾದುದು. ಗಿರಣಿಗಳ ಹೊಗೆಯಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವುದೆಂದು

ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ತಿಳಿದುಬರದಿದ್ದರೂ, ಅದರಿಂದ ವಾತಾವರಣ ಕಲುಷಿತವಾಗುತ್ತದೆಂದೂ, ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಹಾನಿಯುಂಟೆಂಬುದೂ ಸಿದ್ಧವಾದ ವಿಷಯ. ನಾಗರಿಕತೆಯ ಸೌಲಭ್ಯಗಳು ನಮಗೆ ಕೇವಲ ವರವಾಗಿ ಬಂದಿಲ್ಲ, ಶಾಪದೊಡಗೂಡಿದ ವರಗಳಾಗಿ ನಮಗೆ ದೊರೆತಿವೆ.

ಹಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಹೆಚ್ಚಿರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿರುವಂತೆಯೇ ಮತ್ತೆ ಹಲವು ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುವುದೂ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ವಿಷಯದ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ದಾರಿಯ ಅರಿವಾದರೂ ಆಗಬಹುದು. ಯೆಮೆನ್ನಿನ ಯೆಹೂದಿಗಳು ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸಿದರೂ, ಅವರಲ್ಲಿ ಶ್ವಾಸಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಘಟನೆಗಳು ಕಡಮೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅವರು ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪನ್ನು ಸೇವಿಸುವ ರೀತಿಯೇ ಕಾರಣವೆಂದೆನ್ನಬಹುದು. ಈ ಜನರು ಹುಕ್ಕಾ ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಹೊಗೆಸೊಪ್ಪಿನ ಹೊಗೆಯನ್ನು ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಬಂದ ನಂತರವೇ ಸೇವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಹೊಗೆ ನೀರಿನಮೂಲಕ ಬರುವಾಗ ತನ್ನ ಶಾಖವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವುದ ರಿಂದಲೂ, ಬಹುಶಃ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಹಲವು ತೀವ್ರ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಪ್ರಚೋದನಕಾರಿಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಹುಕ್ಕಾ ಸೇವನೆ ಸಿಗರೇಟು ಸೇವನೆಯಷ್ಟು ಹಾನಿಕರವಲ್ಲವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಜಪಾನಿನ ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇಲ್ಲವೇ ಇಲ್ಲವೆನ್ನಬಹುದು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾಗದೇ ಹೋದರೂ, ಜಪಾನಿನಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚುಕಡಮೆ ಎಲ್ಲ ಸ್ತ್ರೀಯರೂ ತಮ್ಮ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಎದೆ ಹಾಲನ್ನೂಡಿಸುವುದೇ ಅವರ ಆರೋಗ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೆನ್ನಲಾಗಿದೆ. ಜನನಾಂಗದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಸುನ್ನತ್ ವಿಧಿ ಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಮಹಮ್ಮದೀಯ ಮತ್ತು ಯೆಹೂದ್ಯ ಪುರುಷರಲ್ಲಿ ಇತರ ಜನಾಂಗಗಳ ಪುರುಷರಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಮೆಯಿದೆ. ಹುಟ್ಟಿದ ಎಂಟನೇ ದಿನವೇ ಈ ವಿಧಿಗೊಳಗಾಗುವ ಯೆಹೂದ್ಯ ಪುರುಷರಲ್ಲಿ ತಡವಾಗಿ ಸುನ್ನತ್ ಮಾಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಮಹಮ್ಮದೀಯ ಪುರುಷರಿಗಿಂತಲೂ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಘಟನೆ ಹೆಚ್ಚು ಅಪೂರ್ವವಾಗಿದೆ.

ವೈರಸ್‌ಗಳೆಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿಗಳು ಮಾನವನ ಹಲವಾರು ರೋಗಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿರುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ವೈರಸ್‌ಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ರೋಗಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಬಹುದೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಖಚಿತವಾದ ಉತ್ತರ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಬಲ್ಲ ಹಲವು ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನು ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದ್ದರೂ, ಈ ವೈರಸ್‌ಗಳು ಮಾನವನಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡಬಲ್ಲು ವೆಂದು ಇದುವರೆಗೂ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿದಿಲ್ಲ. ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿನ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಿಗೂ, ಮನುಷ್ಯರ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಿಗೂ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿದ್ದಂತೆ ಕಂಡುಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ

ವೈರಸ್‌ಗಳು ಮನುಷ್ಯರಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡಲು ಶಕ್ತವಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮಾಡುವ ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲ ವೈರಸ್‌ಗಳನ್ನೂ ಬೆಳಸಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಆದರೆ ಈ ರೀತಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಇನ್ನೂ ಆರಂಭಘಟ್ಟದಲ್ಲೇ ಇವೆ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆನುವಂಶೀಯವೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ಅನೇಕರನ್ನು ಕಾಡುತ್ತಿದೆ. ಹಲವು ಸಂಸಾರಗಳ ಕಥೆಗಳು ಇದಕ್ಕೆ ಪುಷ್ಟಿಕೊಡುತ್ತವೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲೂ ಇಂತಹ ಅಪೂರ್ವ ವರದಿಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಸಂಸಾರಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಇಪ್ಪತ್ತಾರು ಜನರಲ್ಲಿ ಹದಿನಾರು ಜನರು ಸ್ತನ, ಪಿತ್ತಕೋಶ ಅಥವಾ ಮೂತ್ರಕೋಶದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾದ ವಿಷಯ ವರದಿಯಾಗಿದೆ. ಮತ್ತೊಂದು ಮನೆಯಲ್ಲಿ ತಂದೆ, ತಾಯಿ ಮತ್ತು ಅವರ ಆರುಮಕ್ಕಳು ಹೊಟ್ಟೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಬಲಿಯಾದರು. ಇನ್ನೊಂದುಕಡೆ ತಾಯಿ ಮತ್ತು ಅವಳ ಐದುಜನ ಹೆಣ್ಣುಮಕ್ಕಳು, ಎಲ್ಲರೂ ಸ್ತನದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ-ಅದರಲ್ಲೂ ಎಡಸ್ತನದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ-ತುತ್ತಾದುದು ನಿಜ. ಆದರೆ ಇಂತಹ ವರದಿಗಳು ಅಲ್ಲೊಂದು, ಇಲ್ಲೊಂದು ಅಷ್ಟೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಪಡೆದ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯ ಸಂಸಾರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಆನುವಂಶೀಯತೆ ಕಂಡುಬರದೆ, ಕೇವಲ ಕೆಲವೇ ಸಂಸಾರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವುದರಿಂದ, ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳೂ ಆನುವಂಶೀಯವೆಂದು ಹೇಳುವುದು ಸಲ್ಲದು. ಇಲಿಗಳ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ, ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಾಯಿಯ ಹಾಲಿನ ಮೂಲಕ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವೆಂದೂ, ಅಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ತಾಯಿಯು ತನ್ನ ಮಕ್ಕಳಿಗೆ ಹಾಲೂಡಿಸದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಮಗಳು ಸ್ತನಗಳ ಕಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಪಾರಾಗಬಹುದೆಂದೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಮಕ್ಕಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ರೆಟಿನೋ ಬ್ಲಾಸ್ಟೋಮ ಎಂಬ ಕಣ್ಣಿನ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಅತಿ ಸಣ್ಣವಯಸ್ಸಿನ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲೂ, ಎಷ್ಟೋ ಬಾರಿ ಗರ್ಭಕೋಶದಲ್ಲಿರುವ ಮಕ್ಕಳಲ್ಲೂ ಕಂಡುಬಂದಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆನುವಂಶೀಯವೆಂದೆನ್ನಬಹುದು. ಎಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ, ತಂದೆತಾಯಿಯರಲ್ಲಿ ಈ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇತ್ತೆಂದು ಹೇಳಲಾಗದು. ವಂಶಪರಂಪರೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನ ಹಿರಿಯರಲ್ಲಿದ್ದ ಕುಂದುಗಳೂ, ರೋಗಗಳೂ ಎಷ್ಟೋ ಪೀಳಿಗೆಗಳ ನಂತರ ತಲೆದೋರಬಹುದು. ಜೀವಾಣುಗಳ ಗುಂಪುಗಳ ಬೇರ್ಪಡಿಕೆ(metastasis)ಯಿಂದ ಹರಡದ ಹಲವು ಹುಣ್ಣುಗಳು ವಂಶಪಾರಂಪರ್ಯವಾಗಿ ಬರಬಹುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಪಾಲಿಪ್ಸ್ ಎಂಬ ದೊಡ್ಡ ಕರುಳಿನ ಹುಣ್ಣು ಮತ್ತು ನ್ಯೂರೋ ಫೈಬ್ರೋಮ್ಯಾಟೋಸಿಸ್ ಎಂಬ ನರಗಳ ಹುಣ್ಣು ಈ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದವು. ಇವು ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಹರಡದ ಹುಣ್ಣುಗಳಾದರೂ, ಇವುಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಆವಶ್ಯಕ. ಪಾಲಿಪ್ಸ್ ಕಂಡುಬಂದ ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಜನರಲ್ಲಿ ಹುಣ್ಣು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತ

ವಾಗಿರುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ನ್ಯೂರೋ ಫೈಬ್ರೋನ್ಯಾಟೋಸಿಸ್ ಘಟನೆಗಳಲ್ಲಿ ಆರಕ್ಕೊಂದು ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಕ್ಸೆರೋಡರ್ಮ ಎಂಬ ಆನುವಂಶಿಕವಾದ ಚರ್ಮದ ರೋಗವೊಂದು ಹುಣ್ಣೇ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಗುಣಪಡಿಸದೆ ಬಿಟ್ಟಲ್ಲಿ, ತಪ್ಪದೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುವುದು ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ಈ ರೋಗವನ್ನು ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಪೂರ್ವಸ್ಥಿತಿ ಎಂದೆನ್ನಬಹುದು.

ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮ

ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಎರಡು ಬಗೆಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ವೈದ್ಯರು ರೋಗವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಗುಣಪಡಿಸಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದು ಗುಣಕಾರಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆ (curative treatment). ಅನೇಕಬಾರಿ ಇದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಮರಣದ ದಿನವನ್ನು ಆದಷ್ಟು ಮುಂದೂಡಿ, ಬದುಕಿರುವಷ್ಟು ಕಾಲ ನರಳದಿರುವಂತೆ ಮಾಡಲು ತಕ್ಕ ಚಿಕಿತ್ಸೆಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡನೆಯ ಬಗೆಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಉಪಶಮನ ಚಿಕಿತ್ಸೆ (palliative treatment).

ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಲು ಈಗ ಇರುವುದು ಮೂರುದಾರಿಗಳು. ಮೊದಲನೆಯದು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ; ಎರಡನೆಯದು ಕ್ಷ–ಕಿರಣಗಳಂತಹ ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ; ಮೂರನೆಯದು ರಾಸಾಯನಿಕ ಚಿಕಿತ್ಸೆ.

ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಉದ್ದೇಶ ರೋಗಪೀಡಿತ ಭಾಗವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೆಗೆದುಹಾಕುವುದು. ಇದರ ದಾರಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕಂಟಕವೆಂದರೆ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಎಷ್ಟು ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಆಕ್ರಮಿಸಿದೆಯೆಂದು ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು ಕಷ್ಟವಾಗಿರುವುದು. ಎಷ್ಟೋಬಾರಿ ಗೋಚರವಾಗದಂತೆ ಅಕ್ರಮಜೀವಾಣುಗಳ ಶ್ರೇಣಿ ನೆರೆಹೊರೆಯ ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪದರಗಳಿಗೆ ಹಬ್ಬಿದ್ದು, ಅವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು ಬಹು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಮಾಡಿ ತೆಗೆದ ಪ್ರತಿಭಾಗದ ಸೂಕ್ಷ್ಮಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ಮಾತ್ರವೇ ಅಕ್ರಮಜೀವಾಣು ಶ್ರೇಣಿಗಳು ಎಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಹಬ್ಬಿವೆಯೆಂಬುದು ತಿಳಿಯುವುದು ಸಾಧ್ಯ. ಪರೀಕ್ಷಕನ ಸೂಕ್ಷ್ಮದೃಷ್ಟಿಗೆ ಸಿಲುಕದೆ ಅಕ್ರಮಜೀವಾಣುಗಳೇನಾದರೂ ಉಳಿದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯನಂತರ ಪುನಃ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮೊದಲಿನಂತೆ ಬೆಳೆಯಬಹುದು. ಮುಖ್ಯ ಹುಣ್ಣಿನಿಂದ ಬೇರಾಗಿ ಹಲವು ಅಕ್ರಮಜೀವಾಣುಗಳು ಬೇರೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ನೆಲೆಗೊಂಡಿದ್ದರಂತೂ ಮುಖ್ಯ ಹುಣ್ಣನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೆಗೆದಿದ್ದರೂ ರೋಗಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಪಾರಾಗುವಂತಿಲ್ಲ. ಈ ಸ್ಥಿತಿಯ ಅರಿವು ಮೊದಲೇ ಆಗಿದ್ದರೆ ವೈದ್ಯರು ನಿರರ್ಥಕ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮಾಡಲೂ ನಿರಾಕರಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕರು ಹುಣ್ಣಿನ ಸುತ್ತಲೂ ಇರುವ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟು ಸಾಧ್ಯವೋ ಅಷ್ಟನ್ನೂ ತೆಗೆಯುತ್ತಾರೆ. ಎಷ್ಟೋಬಾರಿ, ಅನುಮಾನ

ಬಂದಲ್ಲಿ ಅಕ್ರಮಜೀವಾಣುಗಳು ನೆಲೆಗೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಹತ್ತಿರದ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡಿ ಅಲ್ಲಿನ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳನ್ನೂ ತೆಗೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅನೇಕಬಾರಿ ಕಾಲು, ಕೈಗಳಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ತಲೆದೋರಿದಾಗ ಆ ಅವಯವವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಕತ್ತರಿಸಿ ತೆಗೆದುಹಾಕುವುದೇ ಕ್ಷೇಮವಾದ ಮಾರ್ಗ.

ಕ್ಷ–ಕಿರಣ, ಗ್ಯಾಮಕಿರಣಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳು ಆರೋಗ್ಯ ದಿಂದಿರುವ ಅಂಗಕಟ್ಟುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಪೀಡಿತವಾದ ಅಂಗಕಟ್ಟು ಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಹಾನಿಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳ ಈ ಸ್ವಭಾವ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

ವಿಭಜನೆಯ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಈ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಹೆಚ್ಚು. ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಅಕ್ರಮ ಜೀವಾಣುಗಳು ಪರಿಪೂರ್ಣ ಅಂಗಾಂಗಗಳ ಜೀವಾಣು ಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ವಿಭಜನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಅವುಗಳ ಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚು. ಗುರಿಯಾದ ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲೇ ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ಕಿರಣ ಗಳಿಂದಾದ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ವಿಭಜನೆಯ ಕಾರ್ಯ ಹಠಾತ್ತಾಗಿ ನಿಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲದನಂತರ ಪುನಃ ಆರಂಭವಾದರೂ ಅವುಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಯಮರಹಿತವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಒಂದೆರಡು ವಾರಗಳಲ್ಲಿ ವಿಭಜನೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿಂತು ಜೀವಾಣುಗಳ ಗಾತ್ರ ಅತಿಯಾಗಿ ಕಡೆಗೆ ಅವು ಒಡೆದು ನಿರ್ನಾಮವಾಗುತ್ತವೆ. ಜೀವಾಣುಗಳು ಒಡೆದಕೂಡಲೇ ಶೇಷಭಾಗಗಳನ್ನು ಮ್ಯಾಕ್ರೋಫೇಜು (macrophage) ಗಳೆಂಬ ವಿಶಿಷ್ಟರೀತಿಯ ಜೀವಾಣುಗಳು ಕಬಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಶಕ್ತಿಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಆಕರವಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯನ್ನುಳ್ಳ ರೇಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕೋಬಾಲ್ಟ್‌ಗಳಂತಹ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿ ಸುತ್ತಾರೆ. ಈಗೀಗ ಹಲವು ಕಡೆ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಂದ ಬರುವ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತಿತರ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸು ತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳನ್ನೂ ಕಿರಣ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಗುಣಪಡಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಅನೇಕಬಾರಿ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ನೆರೆಹೊರೆಯ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೂ ಶಾಶ್ವತ ಹಾನಿ ಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಮಿತಿಯೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ಶಕ್ತಿಕಿರಣ ಗಳನ್ನು ಬಯಸಿದಂತೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಹಲವು ಬಾರಿ ದೇಹದ ಹೊರಭಾಗದಿಂದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ಬದಲು, ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸೂಸುವ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವ ಭಾಗ ವನ್ನು ಸೇರುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಅಯೊಡಿನ್ ಎಲ್ಲವೂ

ಗಂಟಲಿನಲ್ಲಿಯ ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಗಳನ್ನೇ ಸೇರುವುದರಿಂದ, ಥೈರಾಯ್ಡ್‌ನಲ್ಲಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವ ರೋಗಿಯು ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಅಯೊಡಿನ್ ಅನ್ನು ಸೇವಿಸಿದಾಗ ಅದು ಥೈರಾಯ್ಡ್ ಗ್ರಂಥಿಗಳನ್ನು ಸೇರಿ ಅಲ್ಲಿನ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳ ಮೇಲೆ ತನ್ನ ಧಾಳಿಯನ್ನು ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಬೇಗ ವಿಭಜನೆಯಾಗುತ್ತಿರುವ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ರಂಜಕದ ಅಗತ್ಯ ಬಹು ಹೆಚ್ಚು. ಆದ್ದರಿಂದ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯ ರಂಜಕವನ್ನೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದರೂ, ದೇಹದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ರಂಜಕ ಬೇಕಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವ ಎಡೆಗೆ ಮಾತ್ರ ರಂಜಕವನ್ನು ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುವುದು ಕಷ್ಟ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ರಂಜಕದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಬಹು ಬಿಗಿಹಿಡಿದು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಚಿನ್ನ, ಕ್ರೋಮಿಯಂ, ಯಿಟ್ರಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ಹಲವು ಲೋಹಗಳು ದೇಹದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ, ಇವುಗಳನ್ನು ಸೂಜಿಯ ಮೂಲಕ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವ ಎಡೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ, ಅವು ದೇಹದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹೋಗದೆ, ಇರುವ ಎಡೆಯಲ್ಲೇ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಚೆಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿನ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳ ನಾಶಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನೂ ಹಲವು ಕಡೆ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮತ್ತು ಪುರುಷರಲ್ಲಿ ಶುಕ್ಲಾಂಡದ (Prostate) ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳಿಗೂ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳೆಂಬ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳಿಗೂ ನೇರವಾದ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಈ ಎರಡು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್‌ಗಳೂ ದೇಹದ ಇತರ ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಬಹುಬೇಗ ಹರಡಬಲ್ಲುವಾದುದರಿಂದ ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಕಿರಣ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದಾಗಲೀ, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದಾಗಲೀ ಅಷ್ಟು ಪ್ರಯೋಜನವಿಲ್ಲ. ಮುಖ್ಯವಾದ ಈ ಎರಡು ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಂದಲೂ ಲಾಭವಿಲ್ಲದ ಈ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹಾರ್ಮೋನು ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪವಾದರೂ ಲಾಭವುಂಟು.

ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ವಯಸ್ಸಾಗದ ಯುವತಿಯರಲ್ಲಿ, ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮತ್ತು ಕಿರಣಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಗೆ ಮಣಿಯದೆ ಹೋದಾಗ, ಸ್ತ್ರೀ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಸ್ಥಾನವಾದ ಅಂಡಾಶಯ (Ovary)ವನ್ನು ತೆಗೆದು ಹಾಕುವುದರಿಂದ ಲಾಭವುಂಟು. ಅಂಡಾಶಯವನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತೆಗೆದು ಹಾಕಬಹುದು, ಅಥವಾ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನುತ್ಪಾದಿಸುವ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ಕ್ಷ-ಕಿರಣಗಳಿಂದ ನಾಶಮಾಡಬಹುದು, ಇಲ್ಲವೇ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾದ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ನಿಗ್ರಹಿಸಲು ಟೆಸ್ಟಾಸ್ಟೆರೋನ್ ಎಂಬ ಪುರುಷ ಹಾರ್ಮೋನನ್ನು ಸೇವಿಸಲು ಕೊಡಬಹುದು. ಈ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಮೂವರಲ್ಲಿಬ್ಬರಿಗೆ ನೋವು, ನರಳಿಕೆಗಳು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತವೆ. ಮೂವರಲ್ಲೊಬ್ಬರಲ್ಲಿ ಹುಣ್ಣಿನ ಗಾತ್ರ ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ, ಹಲವು ವೇಳೆ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾಯವೂ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಳಿವಯಸ್ಸಿನ ಸ್ತ್ರೀಯರಿಗೆ ಈ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಲಾಭವಾಗುವ ಸಂಭವ ಬಹು ಕಡಿಮೆ.

ಪುರುಷರ ಶುಕ್ಲಾಂಡದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಸ್ತ್ರೀಯರ ಸ್ತನಗಳ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಿಂತಲೂ ಜಯಪ್ರದವಾಗಿದೆ. ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನೊದಗಿಸುವ ವೃಷಣ ಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದರಿಂದಾಗಲೀ, ಸ್ತ್ರೀ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ದೇಹಕ್ಕೆ ಕೊಡು ವುದರಿಂದಾಗಲೀ, ರೋಗಿಯ ನೋವನ್ನು ಕಡಮೆಮಾಡಿ ಆಯುಃಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬಹುದು. ಇಂದು ಶುಕ್ಲಾಂಡದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಗುರಿಯಾಗಿ ಜೀವದ ಆಸೆ ಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟಿದ್ದ ಅನೇಕ ರೋಗಿಗಳು ತಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಎಂದಿನಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳು ಜೀವಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಹೀಗೆಂದ ಮಾತ್ರಕ್ಕೆ ಅವರ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮಾಯವಾಗಿದೆ ಎಂದಲ್ಲ, ಮಾಯವಾಗದಿದ್ದರೂ ನಿದ್ರೆಮಾಡುತ್ತಿದೆ.

ಇದುವರೆಗೆ ತಿಳಿಸಿದ ಹಾರ್ಮೋನು ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಜಯ ದೊರೆಯದಿದ್ದಲ್ಲಿ, ಲೈಂಗಿಕ ಹಾರ್ಮೋನುಗಳನ್ನು ಸಣ್ಣಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಉತ್ಪಾದಿಸು ತ್ತಿರುವ ಅಡ್ರೆನಲ್ ಗ್ರಂಥಿ ಮತ್ತು ಮಿದುಳಿನ ತಳಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಹೈಪೋಫಿಸಿಸ್ ಗ್ರಂಥಿಗಳನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮಾಡಿ ತೆಗೆದ ನಂತರ ರೋಗಿಯ ಸ್ಥಿತಿ ಉತ್ತಮ ಗೊಳ್ಳುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಹಾರ್ಮೋನು ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಂದ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಪೂರ್ಣನಾಶ ಆಗಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಎಂದಾದರೊಮ್ಮೆ ನಿದ್ರಿಸುತ್ತಿರುವ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳು ಎಚ್ಚತ್ತು ತಮ್ಮ ವಿನಾಶಕಾರ್ಯವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುವ ಸಂಭವ ವಿದ್ದೇ ಇದೆ. ಆದ್ದರಿಂದ ಈ ಬಗೆಯ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಗುಣಕಾರಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಲಾಗದು ; ಇದು ಉಪಶಮನ ಚಿಕಿತ್ಸೆ.

ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳ ನೆರವಿನಿಂದ ನಾಶಮಾಡಬಹುದೆಂಬ ಆಶಾಕಿರಣ ಇಂದಿನ ಅನೇಕ ಸಾವಯುವ ಮತ್ತು ಜೀವರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಮುಂದಿದೆ. ಔಷಧವಾಗಬಲ್ಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತವು ರೋಗಪೀಡಿತವಲ್ಲದ ಜೀವಾಣುಗಳಿಗೆ ಹಾನಿಮಾಡದೆ, ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಬಲ್ಲ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪಡೆದಿರಬೇಕು. ಇದನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ಸಾಧಿಸಬಲ್ಲವೆಂಬ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಕೊಡಲು ನಮಗೆ ಈಗ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲದೆ ಹೋದರೂ, ತಕ್ಕ ಔಷಧವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದೆಂಬ ಭರವಸೆಯಿಂದ ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಅನೇಕ ಬಗೆಯ ಸಾವಿರಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಪಡೆದ ಪ್ರಾಣಿಗಳಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈವರೆಗೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾದ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಒಂದು ಲಕ್ಷವನ್ನು ಮೀರಿದೆ. ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕವಸ್ತುಗಳು ಹಲವು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರು ಗಳನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಡಮೆಮಾಡಿರುವುದು ಅಥವಾ ನಾಶಮಾಡಿರುವುದು ಕಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಮಾನವಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಮಾನವನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧ ವಾಗಿವೆ.

ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಬಯಸಿದ ಗುರಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಇನ್ನೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆ ಹೋಗಿದ್ದರೂ ಉಪಶಮನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರಗತಿಯಾಗಿದೆ.

ಈಗ ಸುಮಾರು ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಲ್ಯುಕೇಮಿಯಾ ರೋಗಿಗಳು ಕೇವಲ ಒಂದು ವರ್ಷದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸಾವನ್ನಪ್ಪುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಲ್ಯುಕೇಮಿಯಾ ರೋಗಿಗಳಲ್ಲಿ ಇಂದು ನೂರಕ್ಕೆ ಎಂಭತ್ತರಷ್ಟು ಜನ ಒಂದುವರ್ಷದ ಅವಧಿ ಮೀರಿ ಬದುಕಿದ್ದಾರೆ; ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಜನ ಐದುವರ್ಷಕ್ಕೂ ಮೀರಿ ಬದುಕಬಲ್ಲರು. ಸಾಯುವ ಮುನ್ನ ರೋಗಿಯು ನರಳುವುದು ತಪ್ಪದಿದ್ದರೂ, ಹಿಂದಿನಂತೆ ರೋಗವಿದ್ದಷ್ಟು ದಿನವೂ ನರಳುವ ಆವಶ್ಯಕತೆಯಿಲ್ಲ. ಲಿಂಫೋಮಾ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಬಗೆಯ ರಕ್ತದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲೂ ಇದೇ ರೀತಿಯ ಪ್ರಗತಿಯಾಗಿದೆ.

ಕೋರಿಯೋ ಕಾರ್ಸಿನೋಮ ಎಂಬ ಗರ್ಭಿಣಿಯರ ಕ್ಯಾನ್ಸರನ್ನು, ಮರಿ ಹುಣ್ಣುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಇತರ ಎಲ್ಲ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳಿಗೂ ಮೀರಿದ ಮೇಲೂ, ಮೆಥೋಟ್ರೆಕ್ಸೇಟ್ ಎಂಬ ಔಷಧದ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಹತೋಟಿಗೆ ತರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಅನೇಕ ರೋಗಿಗಳಲ್ಲಿ ಹುಣ್ಣು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಮಾಯವಾಗಿ, ಐದು ವರ್ಷಗಳ ನಂತರವೂ ರೋಗದ ಕುರುಹು ಕಂಡುಬಂದಿಲ್ಲ.

ಲ್ಯುಕೇಮಿಯಾ, ಕೋರಿಯೋ ಕಾರ್ಸಿನೋಮಗಳ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿನಷ್ಟು ಜಯ ದೊರೆಯದೆ ಹೋದರೂ, ಹಲವು ಇತರ ಬಗೆಯ ಕಾನ್ಸರುಗಳ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲೂ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಉಪಶಮನವನ್ನು ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಸಾಧಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ.

ಇಂತಹ ರಾಸಾಯನಿಕ ಔಷಧಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಎರಡು ಬಗೆಯಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಪೆನ್ಸಿಲಿನ್ ಮತ್ತು ಗಂಧಕದ ಔಷಧಗಳು ದೊರೆತಂತೆ ಆಕಸ್ಮಿಕವಾಗಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಔಷಧ ದೊರೆಯಬಹುದೆಂಬ ಆಸೆಯಿಂದ ನಡೆಸುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಅಂಗವಾಗಿ ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ, ಕ್ರಿಮಿಗಳಿಂದ ಮತ್ತು ಇತರ ಪ್ರಾಣಿಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟ, ಮತ್ತು ಇತರ ಉಪಯೋಗಗಳಿಗಾಗಿ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಅನೇಕ ಸಾವಯವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ. ಎರಡನೆಯ ಬಗೆಯ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಇದುವರೆಗೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ವಿಚಾರವಾಗಿ ನಮಗಿರುವ ಜ್ಞಾನವೇ ಆಧಾರ. ಈಗ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಜೀವಾಣುಗಳ ನಡತೆ ಮತ್ತು ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಇರುವುದರಿಂದ, ಜೀವಾಣುಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತಡೆಗಟ್ಟಬಲ್ಲ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಊಹಿಸಿ ಆ ರಚನೆಯ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಅಮೆರಿಕದ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್, ಸ್ಲೋನ್ ಕೆಟ್ಟೆರಿಂಗ್

ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್, ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಚೆಸ್ಟರ್ ಬಿಯಾಟಿ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಮತ್ತು ರಾಯಲ್ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಹಾಸ್ಪಿಟಲ್ ಮೊದಲಾದ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ, ಔಷಧಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಅನೇಕ ಖಾಸಗಿ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ, ಹಾಗೂ ಅನೇಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಕೃತಿದತ್ತ ಮತ್ತು ಮಾನವ ನಿರ್ಮಿತವಾದ ಸಾವಿರಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ವರ್ಷವೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರತದ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಡ್ರಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿದ ಹೊಸ ಸಂಯುಕ್ತಗಳನ್ನೂ ಪರೀಕ್ಷಾಕೇಂದ್ರಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ.

ಈ ದೇಶದ ಮತ್ತು ಇತರ ದೇಶಗಳ ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ರೂಪಾಯಿಗಳ ವೆಚ್ಚದಿಂದ ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ. ಆದರೆ ಇಂದು ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಜಯ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಕಾನ್ಸರಿನ ಇರವು ಯಾವ ಘಟ್ಟದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಯುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಈ ಹುಣ್ಣಿನಿಂದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ನೋವಾಗುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ಊತಗಳನ್ನು ನಿರ್ಲಕ್ಷಿಸುವುದು ತಪ್ಪು. ಇತರ ಅನೇಕ ರೋಗಗಳಲ್ಲಿ ರೋಗವೆಂತಹದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯದಿದ್ದರೆ ವೈದ್ಯರ ತಪ್ಪೆನ್ನಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಜ್ಞವೈದ್ಯರಿಂದ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಿಸಿಕೊಳ್ಳದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಅದು ರೋಗಿಯ ತಪ್ಪೇ ಹೊರತು ವೈದ್ಯರದಲ್ಲ. ಮತ್ತಾವ ರೋಗದ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲೂ ಇಲ್ಲದ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಈ ರೋಗದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ರೋಗಿಯ ಹೆಗಲಮೇಲಿದೆ. ಸಣ್ಣ ಊತ, ಬಾವುಗಳನ್ನು ಅದರಲ್ಲೂ ಅನಿರೀಕ್ಷಿತ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಅಕಾರಣವಾಗಿ ತೋರಿಬರುವ ಊತ, ಬಾವುಗಳನ್ನು ತಕ್ಷಣ ವೈದ್ಯರ ಗಮನಕ್ಕೆ ತರುವುದು ರೋಗಿಯ ಕರ್ತವ್ಯ. ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ರೋಗಲಕ್ಷಣಗಳಿಲ್ಲದ್ದರಿಂದ ಎಲ್ಲ ವೈದ್ಯರೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ವಿಷಯವಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ತರಪೇತು ಪಡೆಯುವುದು ಅಗತ್ಯವೆಂದು ಅನೇಕ ತಜ್ಞರ ಭಾವನೆ.

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನೇಕರ ಆಶಾಕಿರಣವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಔಷಧಗಳು ದೊರೆಯುವವರೆಗೂ ಮರಿಹುಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಬಲ್ಲ ವಿಷಮ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತಕ್ಕ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಿಲ್ಲ. ಆದ್ದರಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಈ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುವ ಮೊದಲೇ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಒಳಗಾಗುವುದು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಇರುವುದು ತಿಳಿದಕೂಡಲೇ ತಜ್ಞರಿಂದಲ್ಲದೆ, ಅಲ್ಪಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಗುಣಪಡಿಸಬಲ್ಲೆನೆಂದು ಹೇಳುವ ನಟಪಂಡಿತ (quack)ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಗುರಿಯಾಗಿ ಕಾಲಹರಣ ಮಾಡುವುದು ಸಲ್ಲದು. ಕಾಲಹರಣ ಈ ರೋಗದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ದೊಡ್ಡ ತಪ್ಪು.

ಈಗಲೂ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ದವಡೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದವರಲ್ಲಿ ಉಳಿಯುವವರು ಸುಮಾರು ಅರ್ಧದಷ್ಟು ಜನ ಮಾತ್ರ ಎಂದಾಗ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಗತಿ ಸರಿಯಾದ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದಿದೆಯೇ ಎಂಬ ಅನುಮಾನ ತಲೆದೋರಬಹುದು. ಯಾವ

ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದಲೂ, ಆರಂಭಮಾಡಿದ ಕೂಡಲೇ ಫಲದೊರೆಯುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈವರೆಗಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಗಮನವಿಟ್ಟು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದಲ್ಲಿ ನಮಗಾಗಿರುವ ಲಾಭದ ಅರಿವಾಗುತ್ತದೆ. ಅಂಕಿ ಅಂಶಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಹಲವು ಪದ್ಧತಿ, ಚಟಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಜ್ಞಾನ ಹೆಚ್ಚಿ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ದೂರವಿರಬೇಕೆಂಬ ಆಸೆಯುಳ್ಳವನಿಗೆ ದಾರಿತೋರಿಸಿದಂತಾಗಿದೆ. ಹಲವಾರು ಬಗೆಯ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳು ಇಂದು ಹಿಂದಿನಷ್ಟು ಮಾರಕವಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಚರ್ಮದ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳಂತಹ ಹಲವು ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಉಳಿದ ಕ್ಯಾನ್ಸರುಗಳನ್ನು ಈಗಲೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಾಶಮಾಡುವುದು ಕಷ್ಟವಾದರೂ ರೋಗಿಯ ಆಯುಃ ಪರಿಮಿತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುವುದು ಮತ್ತು ಅವನು ದೀರ್ಘಕಾಲ ನರಳುವುದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸುವುದು ಇಂದು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಹೀಗೆ ಮೇಲೆ ಕಾಣುವ ಪ್ರತಿಫಲಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಕ್ಯಾನ್ಸರಿನ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಅಗಾಧ ಜ್ಞಾನಲಾಭವಾಗಿದೆ. ಈ ಜ್ಞಾನಲಾಭ ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧಕರ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕುಚೆಲ್ಲುವ ದೀಪವಾಗಿ, ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆ ಹಿಂದಿನಷ್ಟು ಕುರುಡು ಹಾದಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವುದನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿದೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರಿಗೆ ತಕ್ಕ ಮದ್ದು ಇನ್ನು ಬಹುದೂರದಲ್ಲಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಅನೇಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ

ಡಾ|| ಬಿ. ವಿ. ಸುಬ್ಬರಾಯಪ್ಪ

ಪ್ರಾಚೀನ ಹಾಗೂ ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ

ವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಈಜಿಪ್ಟ್‌ನ ವಿಜ್ಞಾನ, ಬ್ಯಾಬಿಲೋನಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಗ್ರೀಕ್ ವಿಜ್ಞಾನ, ಅರೇಬಿಯಾ ವಿಜ್ಞಾನ, ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ—ಎಂದು ಅನೇಕವಾಗಿ ಹೇಳುವುದುಂಟು. ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಸುವುದಾದರೆ, ಇವು ಆಯಾ ಸಂಸ್ಕೃತಿ- ಕ್ಷೇತ್ರದ (Culture-area) ಪ್ರತೀಕವಾಗಿರುವ ಪ್ರಕೃತಿಸಂಬಂಧ ಜ್ಞಾನ. ಪ್ರಾಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂಸ್ಕೃತಿ-ಕ್ಷೇತ್ರವೂ ತನ್ನದೇ ಆದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೂ ಸಾಧನೆಗಳಿಗೂ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿತ್ತು. ಹಾಗೆಯೇ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವೂ ಸಹ. ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವೆಂದರೆ, ಭಾರತ ಎಂಬ ಭೌಗೋಳಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದ ಜನರ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ಆಧಾರವಾಗಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಪ್ರಚುರಗೊಂಡ, ಪ್ರಕೃತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಜ್ಞಾನ. ಇತರ ಸಂಸ್ಕೃತಿ-ಕ್ಷೇತ್ರಗಳ ವಿಜ್ಞಾನದಂತೆ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವೂ ಹಲವಾರು ಅಂಶಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಪರಂಪರಾನುಗತವಾಗಿ ಬಂದ ನಂಬಿಕೆಗಳು, ಮತೀಯ ಭಾವನೆಗಳು, ತಾತ್ವಿಕ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು, ಸುತ್ತಲಿನ ಪ್ರಕೃತಿಯ ವೈಚಿತ್ರ್ಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಕಲ್ಪನೆಗಳು, ಅಭ್ಯಾಸಬಲದಿಂದ ಸಾಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ಕೌಶಲಗಳು, ಗಣಿತ, ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ, ರಾಸಾಯನಿಕಜ್ಞಾನ, ರಸವಿದ್ಯೆ, ವೈದ್ಯಪದ್ಧತಿ, ಜೀವವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಭಾವನೆಗಳು—ಇವೆಲ್ಲ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ. ಆದುದರಿಂದ, ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಸರ್ವಾಂಗೀಣ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಬೇಕೇ ವಿನಾ ಅದರ ಭಾಗ, ಉಪಭಾಗಗಳನ್ನು ಸಮಯಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಬೇಕಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎತ್ತಿ ಹಿಡಿಯುವುದು ವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅಸಮಂಜಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಭಾರತೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಧನೆಗಳೂ ಸುಮಾರು ಐದು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು ದೀರ್ಘ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ನಾನಾ ಮುಖವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಹಸ್ತಲಿಖಿತ ಗ್ರಂಥಗಳು ಉಳಿದುಬಂದಿವೆ.

ಇವುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಆರುಸಾವಿರಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾಗಿರಬಹುದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಹೆಸರಾಂತ ಗ್ರಂಥಗಳ ಒಂದಲ್ಲ ಒಂದು ಪ್ರತಿಗಳು ವಿವಿಧ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಈಗ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೂ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟ ಇರುವ ಪ್ರಾಚ್ಯವಿದ್ಯಾಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಸುರಕ್ಷಿತವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗ್ರಂಥಗಳು ಅಚ್ಚಾಗಿವೆ; ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮೊದಲಾದ ಇತರ ಭಾಷೆಗಳಿಗೆ ಅನುವಾದವಾಗಿವೆ. ಇಂತಹ ಗ್ರಂಥಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಬಹುಶಃ ಸೂರೈವತ್ತಕ್ಕೆ ಮೇಲಿರಲಾರದು ಎಂದ ಮೇಲೆ, ಇನ್ನೂ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡದಿರುವ ಹಸ್ತಲಿಖಿತ ಗ್ರಂಥಗಳೇ ಬಹಳ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ಇವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸವನ್ನು ವಿದ್ವತ್ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಬರೆದು ಪ್ರಕಟಿಸಲು ಭಾರತ ಸರಕಾರವು ಕೆಲವು ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದೆ. ಇವು ಫಲಪ್ರದವಾಗಲು ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕು.

ಆದರೆ, ಕಳೆದ ಐವತ್ತು ಅರವತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ವಿದ್ವಾಂಸರೂ ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಜ್ಞಾನೋತ್ಸುಕರೂ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುಖ್ಯ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ ಅದರ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಂದು ನಮಗೆ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಕುರಿತು ವಿವೇಚಿಸಲು ಅವಕಾಶ ವಾಗಿರುವುದು ಈ ವಿದ್ವಾಂಸರ ಆಳವಾದ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ. ಆದರೆ ಒಂದು ವಿಚಾರವನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಬಾರದು. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ವಿದ್ವಾಂಸರು ಕೇವಲ ತಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೇ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ, ಅವು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಇತರ ಸಂಸ್ಕೃತಿ-ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಿಂದ ಎರವಲಾಗಿ ಪಡೆದ ಜ್ಞಾನ ವನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಸೂಚಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿ, ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಪಂಡಿತರು ಪ್ರಾಚೀನ ಹಾಗೂ ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಎಲ್ಲ ಭಾಗ ಗಳೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ ಹುಟ್ಟಿ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಇತರ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಚಿಂತಕರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿತು ಎಂದು ಸಮರ್ಥನೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳ ಸತ್ಯಾಸತ್ಯತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಇನ್ನೂ ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಚಾರಿತ್ರಿಕವಾಗಿ ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಹೇಳಬಹುದು: ಭೌಗೋಳಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶ ದಿಂದಲೂ, ಪ್ರಾಚೀನ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯೊಂದರ ಆವಾಸಸ್ಥಾನವಾದುದರಿಂದಲೂ, ಜ್ಞಾನ ಸಂಪತ್ತನ್ನು ಪೋಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬರುವ ಒಂದು ವಿಶೇಷಗುಣವನ್ನು ಮೊದಲಿನಿಂದ ಪಡೆದಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಭಾರತವು ಪ್ರಾಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕಲ್ಪನೆ, ಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದ್ದಿತು. ಆಗ ಚೀನ, ಭಾರತ, ಪರ್ಷಿಯಾ, ಮೆಸಪಟೋಮಿಯ, ಈಜಿಪ್ಟ್, ಗ್ರೀಸ್ ಮೊದಲಾದ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾನವಿನಿಮಯವಾಗುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಜ್ಞಾನಾರ್ಜನೆಗಾಗಿ ಪಂಡಿತರು ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಹೋಗು

ತ್ತಿದ್ದರು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಭಾವನೆಗಳ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಾಧನೆಗಳ ಅತ್ತಿತ್ತ ಚಲನೆಗೆ ಅವರು ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಜಕೀಯವಾಗಿಯೂ ಈ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಸಂಪರ್ಕವಿರುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಭಾರತವೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಭಾಗವಹಿಸಿದ್ದಿತು.

ಭಾರತೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಚಾರಗಳು ವಿಪುಲವಾಗಿವೆ. ಚಾರಿತ್ರಿಕ ವಿಧಾನ ಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಆಧಾರ ಸಹಿತ ವಿಂಗಡಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಈ ರೀತಿ ಮಾಡಲು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ಅಡಚಣೆಗಳಿವೆ. ಒಂದು, ಭಾರತೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಗ್ರಂಥಗಳ ಕಾಲನಿರ್ಧಾರವನ್ನು ಕುರಿತದ್ದು; ಇನ್ನೊಂದು, ಅವುಗಳ ಕರ್ತೃಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದು. ಈ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಕೆಲಸವು ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ಇದು ಕೈಗೂಡುವವರೆಗೂ ಕಾಲ ಹಾಗೂ ಗ್ರಂಥಕರ್ತೃಗಳ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುವುದು ಸಾಧುವಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿವಿಧ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಹಾಗೆಯೇ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ, ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ, ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು, ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸವಿದ್ಯೆ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ವಿಚಾರವೈಪುಲ್ಯ, ವೈವಿಧ್ಯಗಳಿಂದ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಮಸ್ತ ವಿಷಯ ಗಳನ್ನೂ ನಿರೂಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹಾಗೆಯೇ ಎಲ್ಲ ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನೂ ಸಾಮಾಜಿಕ ಹಿನ್ನೆಲೆಗಳನ್ನೂ ಕುರಿತು ವಿವೇಚಿಸುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಧಾನ ಕಲ್ಪನೆಗಳು, ಸಾಧನೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿ ಮುಂದೆ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯರು ಅಪಾರ ಪಾಂಡಿತ್ಯವನ್ನೂ ಕೌಶಲವನ್ನೂ ಪಡೆದಿದ್ದರೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಅತಿಶಯೋಕ್ತಿಯಾಗಲಾರದು. ಪ್ರಾಚೀನ ಹಾಗೂ ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೆ ಬಹಳ ಗೌರವವಿದ್ದಿತು. ವೇದಗಳ ಕಾಲದ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ ಶುಲ್ಬ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಸಂಖ್ಯಾ ನಿರೂಪಣಾ ಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು. ಶುಲ್ಬ ಸೂತ್ರಗಳು ಯಜ್ಞಾದಿ ಕರ್ಮಗಳ ವಿಧಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಶಾಸ್ತ್ರಗ್ರಂಥಗಳಾದ ಕಲ್ಪಸೂತ್ರಗಳ ಭಾಗ ವಾಗಿವೆ. ಈ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಯಜ್ಞವೇದಿಕೆಯ ನಿರ್ಮಾಣ ಅಥವಾ ರಚನಾ ಕ್ರಮವನ್ನು ಕುರಿತ ಅನೇಕ ನಿಯಮಗಳಿವೆ. ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರವೆಂದರೆ ಅಳತೆಯ ನೂಲಿನ ಅಥವಾ ದಾರದ ನಿಯಮವೆಂದು ಅರ್ಥ. ಎಂದರೆ, ನೂಲಿನ ಅಥವಾ ದಾರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಉದ್ದ, ಅಗಲ, ಎತ್ತರಗಳನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಸಹಾಯಕ

ವಾಗುವ ನಿಯಮಗಳ ಸಂಕಲನವೇ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬ್ರಾಹ್ಮಣ ರೇಖಾಗಣಿತವೆಂದೆನ್ನಬಹುದು. ಈ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಬಲ್ಲವನಿಗೆ ಶುಲ್ಬವಿತ್ ಎಂದೂ ಹೆಸರಿದ್ದಿತು. ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭಿನ್ನರಾಶಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅಭ್ಯಾಸಗಳೂ ಇವೆ.

ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಯಜುರ್ವೇದದ ನಾನಾ ಶಾಖೆಗಳ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳು ನಮಗೆ ದೊರೆತಿವೆ. ಬೌಧಾಯನ, ವಾಧುಲ, ಆಪಸ್ತಂಬ ಎಂಬ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾದ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳು ಕೃಷ್ಣಯಜುರ್ವೇದದ ತೈತ್ತಿರೀಯ ಶಾಖೆಯವು. ಮಾನವ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರವೆಂಬ ಮತ್ತೊಂದು ಮೈತ್ರಾಯಣೀಯ ಶಾಖೆಯದು. ಲೌಗಾಕ್ಷಿ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಕಾಠಕ ಅಥವಾ ಕಪಿಷ್ಠಲ ಶಾಖೆಯದು. ಕಾತ್ಯಾಯನ ಸೂತ್ರಗಳು ಶುಕ್ಲ ಯಜುರ್ವೇದ ಶಾಖೆಗೆ ಸೇರಿವೆ. ಬಹುಶಃ ಬೌಧಾಯನ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳೇ ಅತಿ ಪ್ರಾಚೀನವಾದವು (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ.ಪೂ. ೬೦೦). ಈ ಬೃಹದ್ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿರುವ ಮೂರು ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ೫೨೫ ಸೂತ್ರಗಳಿವೆ (ಪ್ರಥಮ : ೧೧೬, ದ್ವಿತೀಯ : ೮೬ ಮತ್ತು ತೃತೀಯ : ೩೨೩). ಈ ಸೂತ್ರಗಳು ಯಜ್ಞವೇದಿಕೆಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ ರೇಖಾಗಣಿತದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರಗಳನ್ನೂ ಆ ವೇದಿಕೆಗಳ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳನ್ನೂ ಘನಅಳತೆಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಮಾನವ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಳತೆಯ ದಾರ ಮತ್ತು ಛಾಯಾ ಶಂಕುವಿನ ಬಗೆಗೆ ವಿವರಗಳು ಹಾಗೂ ನಿರ್ದೇಶನಗಳು ಮತ್ತು ದಿಕ್ಕುಗಳನ್ನು ನಿಗದಿಪಡಿಸುವ ಕ್ರಮಗಳು ಇವೆ. ಸುಪರ್ಣಚಿತಿ, ಪಾಕಯಾಜ್ಞಿಕೀ, ಮಾರುತಿ, ವಾರುಣೀ ಮೊದಲಾದ ಹಲವು ವೇದಿಕೆಗಳ ಪ್ರಾಕಾರಗಳು ಹಾಗೂ ವರ್ಣನೆಗಳೂ ಇದರಲ್ಲಿವೆ. ಆಪಸ್ತಂಬ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳು ಆರು ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿಯೂ ಇಪ್ಪತ್ತೊಂದು ಅಧ್ಯಾಯಗಳಾಗಿಯೂ ವಿಂಗಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ೨೨೩ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿವೆ. ಆಪಸ್ತಂಬ ಶುಲ್ಬಗ್ರಂಥದ ಕಾಲವು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಸುಮಾರು ೫೦೦ ಇರಬಹುದು. ಕಾತ್ಯಾಯನ ಶುಲ್ಬಗ್ರಂಥವು ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನದ್ದಿರಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ೧೦೨ ಸೂತ್ರಗಳಿವೆ. ಇದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿಯೂ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಒಂದು ಗ್ರಂಥ. ಅಳತೆಯ ದಾರ, ಶಂಕುವಿನ ಹಾಗೂ ಅದರ ಪ್ರಯೋಗದ ವಿವರಣೆಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ವಿಷಯಗಳು ಇದರಲ್ಲಿವೆ. ಪೈಥಾಗೊರಸನ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸಾಮಾನ್ಯ ನಿರೂಪಣೆಯೂ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿವೆ.

ಬೌಧಾಯನ, ಆಪಸ್ತಂಬ ಮತ್ತು ಕಾತ್ಯಾಯನ ಸೂತ್ರಗಳು ಎರಡು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮವಾದ ಒಂದು ವರ್ಗದ ರಚನಾಕ್ರಮವನ್ನು ತಿಳಿಸಿವೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ೩^{೨} + ೪^{೨} = ೫^{೨}; ೫^{೨} + ೧೨^{೨} = ೧೩^{೨}; ೮^{೨} + ೧೫^{೨} = ೧೭^{೨}; ೭^{೨} + ೨೪^{೨} = ೨೫^{೨}; ೧೨^{೨} + ೩೫^{೨} = ೩೭^{೨}; ೧೫^{೨} + ೩೬^{೨} = ೩೯^{೨}. ಕಾತ್ಯಾಯನನು ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜವೊಂದರ

ಬಾಹುಗಳ ಉದ್ದಗಳಿಗೂ (a, a$\sqrt{೨}$) ಅದರ ಕರ್ಣಕ್ಕೂ (a$\sqrt{೩}$) ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದನು. ಹೀಗೆ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ತ್ರಿಭುಜ, ವೃತ್ತಚೌಕವೇ ಮೊದಲಾದ ಆಕೃತಿಗಳ ರೇಖಾಗಣಿತ ವಿವರಗಳು ದೊರಕುತ್ತವೆ.

ಸಂಖ್ಯಾ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ವೈದಿಕರು ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾಗಿದ್ದರು. ವೈದಿಕಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾರಿಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಹಾಗೂ ೧೦^{೮}ರವರೆಗಿನ ದಶಕದ ಅಪವರ್ತನಗಳ ಉಲ್ಲೇಖನಗಳಿವೆ. ಮುಂದಿನ ಸಂಸ್ಕೃತ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ೧೦^{೨೩}ರವರೆಗಿನ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಹೆಸರುಗಳೂ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಗ್ರೀಕರಲ್ಲಿ ಕೇವಲ ೧೦^{೪} (ಮಿರಿಯಡ್)ರ ಸಂಖ್ಯಾ ಹೆಸರು ಮಾತ್ರ ಇತ್ತು. ಅದೂ ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ.ಪೂ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನದ ವೇಳೆಗೆ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿತು. ಯಜುರ್ವೇದ ಸಂಹಿತೆಯ ಹಲವು ಆವೃತ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ೧೦^{೧೨} ಅಂತಹ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಪಂಚವಿಂಶ ಬ್ರಾಹ್ಮಣದಲ್ಲಿ ಉತ್ತರೋತ್ತರ ಅಧೀನ ಮೂಲ್ಯದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹತ್ತರ ಗುಣಕಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂದೆ ದಶಗುಣೋತ್ತರವೆಂದು ಹೆಸರುಬಂತು. ದಶಮಾಂಶ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ಏರುವ ಕ್ರಮವು ಹೀಗಿದೆ; ಏಕ (ಒಂದು), ದಶ (೧೦^{೧}), ಶತ (೧೦^{೨}), ಸಹಸ್ರ (೧೦^{೩}), ಅಯುತ (೧೦^{೪}), ನಿಯುತ (೧೦^{೫}), ಪ್ರಯುತ (೧೦^{೬}), ಅರ್ಬುದ (೧೦^{೭}), ನ್ಯರ್ಬುದ (೧೦^{೮}), ಸಮುದ್ರ (೧೦^{೯}), ಮಧ್ಯ (೧೦^{೧೦}), ಅಂತ (೧೦^{೧೧}) ಮತ್ತು ಪರಾರ್ಧ (೧೦^{೧೨}). ವೈದಿಕ ಗಣಿತಜ್ಞರು ಇನ್ನೂ ಮಹತ್ತರ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಶಕ್ತರಾಗಿದ್ದಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಬೌದ್ಧರ ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ತಲ್ಲಕ್ಷಣ ಎಂಬುದು ೧೦^{೫೩} ಸೂಚಿಸುವುದಾಗಿತ್ತು. ಜೈನಗ್ರಂಥವಾದ ಅನುಯೋಗ ದ್ವಾರಸೂತ್ರದಲ್ಲಿ (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಎರಡನೆಯ ಶತಮಾನದ್ದು) ೧೦^{೨೯}ರವರೆಗೂ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ನಮೂದಿಸಲಾಗಿದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ಭಾರಿಭಾರಿ ಅಂಕಿಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಆಲೋಚಿಸುವುದೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಅರ್ಥವತ್ತಾದ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದೂ ಒಂದು ಪ್ರಿಯವಾದ ವಿನೋದವಾಗಿದ್ದಿತು.

ಸಾಮಾನ್ಯಗಣಿತ ವ್ಯವಹಾರಗಳಾದ ಸಂಕಲನ, ವ್ಯವಕಲನ, ಗುಣಾಕಾರ, ಭಾಗಾಕಾರಗಳು ದೈನಂದಿನ ವ್ಯವಹಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಸರಳ ಭಿನ್ನರಾಶಿಗಳ ಸ್ವರೂಪವೂ ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದ ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದಿತು. ಉದಾ: ತ್ರ್ಯಷ್ಟಮ ಅಥವಾ ತ್ರಿಅಷ್ಟಮ ($\frac{೩}{೮}$), ತ್ರಯಸ್ತ್ರಾಯಷ್ಟ (೩$\frac{೩}{೮}$), ದ್ವಿಸಪ್ತಮ ($\frac{೨}{೭}$), ತ್ರಿಗುಣ ($\frac{೧}{೩}$), ಅರ್ಧದಶಮ (೯$\frac{೧}{೨}$), ಕುಷ್ಠ ($\frac{೧}{೧೨}$); ಕಲಾ ($\frac{೧}{೧೬}$). ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ವೈದಿಕ ಗಣಿತಜ್ಞರಿಗೆ ಪರಿವೃತ್ತಿಗಳೂ ಮತ್ತು ಸಂಯೋಗಗಳೂ ಗೊತ್ತಿದ್ದುವು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವು ಬಹುಶಃ ಗಾಯತ್ರೀ (ಆರು ಅಕ್ಷರ), ಅನುಷ್ಟುಪ್ (ಎಂಟು ಅಕ್ಷರ), ಬೃಹತೀ (ಒಂಭತ್ತು ಅಕ್ಷರ), ತ್ರಿಷ್ಟುಪ್ (ಹನ್ನೊಂದು ಅಕ್ಷರ), ಜಗತೀ (ಹನ್ನೆರಡು ಅಕ್ಷರ)—ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ವೈದಿಕ ಛಂದಸ್ಸುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅವರಿಗೆ ಇದ್ದ ಆಸಕ್ತಿ.

ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಪ್ರಾಚೀನ ಹಸ್ತಲಿಪಿ ಗ್ರಂಥವೊಂದು ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ದೊರೆತಿದೆ. ಇದರ ಕಾಲ ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ. ಶ. ಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನವಿರಬಹುದು. ಇದು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೮೮೧ರಲ್ಲಿ ಪೆಷಾವರ್ ಬಳಿ ಇರುವ ಭಕ್ಷಾಲಿ ಎಂಬ ಗ್ರಾಮದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಆದುದರಿಂದ ಇದನ್ನು ಭಕ್ಷಾಲಿ ಹಸ್ತಗ್ರಂಥವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಶಾರದಾಲಿಪಿಯಲ್ಲಿ, ಭೂರ್ಜವೃಕ್ಷದ ತೊಗಟೆಯ ಮೇಲೆ ಬರೆದಿರುವ ಈ ಸಂಪುಟದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೭೦ ಹಾಳೆಗಳಿವೆ. ಭಿನ್ನರಾಶಿ, ವರ್ಗಮೂಲ, ಕ್ರಮಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು, ವರ್ಗಸಮೀಕರಣ, ಆಯವ್ಯಯಗಳು. ಲಾಭ ನಷ್ಟಗಳು, ಅನುಪಾತ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಗಣಿತ ನಿಯಮಗಳನ್ನೂ ಅಭ್ಯಾಸಗಳನ್ನೂ ಭಕ್ಷಾಲಿ ಗ್ರಂಥವು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೆಸರಾಂತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿದ್ದರು. ಅವರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರೂ ಆಗಿದ್ದರು. **ಆರ್ಯಭಟ I** (ಕ್ರಿ.ಶ. ಐದನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬ ವಿಖ್ಯಾತ ಗಣಿತಜ್ಞನು ಗಣಿತ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಒಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಕ್ರಮವನ್ನೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಅವನು ಬರೆದಿರುವ "ಆರ್ಯಭಟೀಯಂ" ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ದಶಗೀತಿಕಾ ಮತ್ತು ಗಣಿತಪಾದ ಎಂಬೆರಡು ಅಧ್ಯಾಯಗಳು ಗಣಿತವನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. ಹದಿಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಲ್ಯಾಟಿನ್ ಭಾಷೆಗೆ ಅನುವಾದ ಮಾಡಲಾಯಿತು. ದಶಮಾಂಶ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಥಾನಗಳ ಬೆಲೆಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಅಕ್ಷರಮಾಲಾ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಆರ್ಯಭಟನು ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ತಂದನು. ಆರ್ಯಭಟನು πಯ ಬೆಲೆಯು ೩.೧೪೧೬ ಎಂದು ನಿಗದಿಮಾಡಿ ಅದು ಕೇವಲ ಸಮೀಪಬೆಲೆ ಎಂದೂ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇದಲ್ಲದೆ, ವರ್ಗಮೂಲ, ಘನಮೂಲ, ತ್ರಿಕೋಣ ಮತ್ತು ವಿಷಮ ಭುಜ ಚತುಷ್ಕೋಣ ವೃತ್ತಗಳ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲಗಳು, ಗೋಳಗಳ ಘನಪರಿಮಾಣ, ಭಿನ್ನರಾಶಿ ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ನಿಯಮಗಳನ್ನೂ ಅವನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ.

ಭಾಸ್ಕರ I (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. ೬ನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವನು ಆರ್ಯಭಟೀಯ ಗ್ರಂಥಕ್ಕೆ "ಮಹಾಭಾಸ್ಕರೀಯ" ಮತ್ತು "ಲಘುಭಾಸ್ಕರೀಯ"ಎಂಬೆರಡು ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಮೊದಲನೆಯ ದರ್ಜೆಯ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಕೆಲವು ಉದಾಹರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಅವುಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವ ಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಸೂಚಿಸಿದ್ದಾನೆ. **ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತ** (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನ) ಭಾರತದ ವಿಖ್ಯಾತ ಗಣಿತಜ್ಞನೂ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ ಆಗಿದ್ದನು. ಇವನು "ಬ್ರಹ್ಮಸ್ಫುಟ ಸಿದ್ಧಾಂತ" ಎಂಬ ಖಗೋಳ ಗ್ರಂಥದ ಲೇಖಕ. ಈ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿರುವ 'ಗಣಿತಾಧ್ಯಾಯ' ಮತ್ತು 'ಕುಟ್ಟಾಧ್ಯಾಯ'ಗಳು ವರ್ಗಮೂಲ, ಘನಮೂಲ, ಅನುಪಾತ ಮೊದಲಾದ ಗಣಿತಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತದ್ದಾಗಿವೆ. ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು

ಮೊದಲನೆಯ ದರ್ಜೆಯ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನೂ ಅನಿಶ್ಚಿತ ವರ್ಗಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನೂ ಬಿಡಿಸುವ ಬಗೆಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದ. ಈ ವಿಷಯವಾಗಿ ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ತಿಳಿಸಿದ ಗಣಿತಫಲಗಳನ್ನು ಸುಮಾರು ಒಂದುಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಅನಂತರ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗಣಿತಜ್ಞ ಆಯಿಲರ್ ಎಂಬುವನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ಕರ್ಣಾಟಕಪ್ರಾಂತದಲ್ಲಿ **ಮಹಾವೀರ** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಒಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬ ಜೈನಮತೀಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಪ್ರಸಿದ್ಧನಾಗಿದ್ದನು. ದಕ್ಷಿಣಭಾರತದಲ್ಲಿ ಇವನ ಅನೇಕ ಶಿಷ್ಯಂದಿರು ಇದ್ದರು. ಇವನು "ಗಣಿತಸಾರಸಂಗ್ರಹ" ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಮಹಾವೀರನಿಗೆ ಸೊನ್ನೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗಣಿತಕ್ರಿಯೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ತಿಳಿದಿದ್ದಿತು. ತನ್ನ ಗ್ರಂಥದ ಒಂಭತ್ತುಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು, ವರ್ಗಗಳು, ಘನಗಳು, ವರ್ಗಸಮೀಕರಣಗಳು, ಭಿನ್ನರಾಶಿಗಳು, ತ್ರೈರಾಶಿಗಳು, ಬೀಜಗಣಿತಕ್ರಿಯೆಗಳು–ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಸುಲಲಿತವಾಗಿ ವಿಚಾರಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. **ಆರ್ಯಭಟ II** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವನು 'ಮಹಾಸಿದ್ಧಾಂತ' ಎಂಬ ಖಗೋಳಗ್ರಂಥವನ್ನು ರಚಿಸಿ, ಅದರ ಕುಟ್ಟಾಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಸೊನ್ನೆಯ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಕೂಡಿದ ಗಣಿತಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಕ್ರಿ. ಶ. ಹತ್ತನೆಯಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿದ್ದ **ಶ್ರೀಧರನು** 'ತ್ರಿಶತಿಕಾ' ಎಂಬ ಅಂಕಗಣಿತವನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಇವನು ಬೀಜಗಣಿತದ ಗ್ರಂಥವನ್ನೂ ಬಹುಶಃ ರಚಿಸಿದ್ದಿರಬಹುದೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಮಾಹಿತಿಗಳಿವೆ. ಅವನ ಸಮಕಾಲೀನ **ಶ್ರೀಪತಿ** ಎಂಬುವನು 'ಗಣಿತ ತಿಲಕ' ಎಂಬುದನ್ನು ಬರೆದನು. **ಸಿಂಹತಿಲಕಸೂರಿಯು** ಹದಿಮೂರನೆಯಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಈ ಗ್ರಂಥಕ್ಕೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದನು.

ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ **ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯ II** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವನಿಗೆ ಮಹತ್ವಸ್ಥಾನವಿದೆ. ಇವನ ಪ್ರಸಿದ್ಧಕೃತಿ "ಸಿದ್ಧಾಂತಶಿರೋಮಣಿ". ಈ ಗ್ರಂಥದ 'ಲೀಲಾವತೀ' ಮತ್ತು 'ಬೀಜಗಣಿತ' ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅಂಕಗಣಿತ, ರೇಖಾಗಣಿತ, ಹಾಗೂ ಬೀಜಗಣಿತದ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ರಸವತ್ತಾದ ವಿವರಣೆಗಳಿವೆ. ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ಸೊನ್ನೆಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಒಂದು ಪರಿಮಿತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಸೊನ್ನೆಯಿಂದ ಭಾಗಿಸುವ ವಿಧಾನದ ಫಲವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆರ್ಯಭಟನಂತೆಯೇ πಯ ಬೆಲೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇವನ ಬೀಜಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಅವ್ಯಕ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ಅಕ್ಷರಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ಮೊದಲನೆಯ ಹಾಗೂ ಎರಡನೆಯಮಟ್ಟದ ಅನಿಶ್ಚಿತ ಸಮೀಕರಣಗಳ ಪರಿಹಾರ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇಂತಹ ಕೆಲವು ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಲು 'ಚಕ್ರವಾಲ' ಎಂಬ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲು

ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಕೀರ್ತಿ ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನಿಗೆ ಸಲ್ಲಬೇಕು. ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನ ಕಾಲವಾದಮೇಲೆ, ಹೊಸಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೂ ಇಲ್ಲವೇ ಗಣಿತಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಮೆ ಎಂದೇ ಹೇಳಬೇಕು. ಇನ್ನು ಮುಂದಿನ ಐದು ಆರು ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳೇ ಪ್ರಕಟವಾದುವು. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ದಕ್ಷಿಣಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಕಾರರು ಬಹಳವಾಗಿದ್ದರು. ಹದಿನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ನಾರಾಯಣ ಎಂಬುವನು ಗಣಿತಕೌಮುದಿ ಮತ್ತು ಬೀಜಗಣಿತಾವತಂಸ ಎಂಬೆರಡು ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಬರೆದನು. ಹದಿನೈದನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಗುಜರಾತಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಗಂಗಾಧರನು ಭಾಸ್ಕರನ **ಲೀಲಾವತಿ**ಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದನು. ಕೇರಳದ ಪರಮೇಶ್ವರನು ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಗಣಿತಜ್ಞನಾಗಿ ಆರ್ಯಭಟ, ಭಾಸ್ಕರ I ಮತ್ತು ಭಾಸ್ಕರ II–ಇವರ ಗ್ರಂಥಗಳಿಗೆ ವಿದ್ವತ್ಪೂರ್ಣ ಟೀಕೆಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಣಿತಸಂಪ್ರದಾಯವೊಂದು ಕೇರಳದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿಯ ಜ್ಯಾ, ಕೋಟಿಜ್ಯಾ, ಸ್ಪರ್ಶಜ್ಯಾಗಳ ಬೆಲೆ, ಗಯಬೆಲೆ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿದ ಗಣಿತಗ್ರಂಥಗಳು ರಚಿತವಾದುವು.

ಪಶ್ಚಿಮ ಕರಾವಳಿಯಲ್ಲಿ ಗಣಿತದೈವಜ್ಞ (ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನ)ನೂ ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರದಲ್ಲಿ ದಿವಾಕರ ಹಾಗೂ ಅವನಮಕ್ಕಳೂ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಶಿಷ್ಯರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಅರೇಬಿಯಾ ಮತ್ತು ಪರ್ಷಿಯಾದೇಶಗಳ ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಖಗೋಳಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನೂ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದ್ದರು. ಮೊಗಲರ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತಗ್ರಂಥಗಳು ಪರ್ಷಿಯನ್ ಭಾಷೆಗೆ ಅನುವಾದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟವು. ಅಕ್ಬರನ ಆಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದ ಫೈಜಿಯು ಭಾಸ್ಕರನ **ಲೀಲಾವತಿ**ಯನ್ನು ಪರ್ಷಿಯನ್‌ಗೆ ಭಾಷಾಂತರಿಸಿದನು. ಷಹಜಹಾನನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅತಾ ಉಲ್ಲಾ ರಶೀದಿ ಎಂಬುವನು ಬೀಜಗಣಿತವನ್ನು ಪರ್ಷಿಯನ್‌ಗೆ ಅನುವಾದಮಾಡಿದನು. ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಜಯಪುರದ ಮಹಾರಾಜ ಜೈಸಿಂಗ್ IIನ ಆಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದ ಜಗನ್ನಾಥಪಂಡಿತನು ಅರಾಬಿಕ್‌ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ನಸೀರುದ್ದೀನ್ ಅತ ತೂಸಿ ಎಂಬುವನು ಬರೆದಿದ್ದ ಯೂಕ್ಲಿಡ್‌ನ ಎಲಿಮೆಂಟ್ಸ್ ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಸಂಸ್ಕೃತಕ್ಕೆ ಭಾಷಾಂತರಿಸಿದನು.

ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಕಾಲದಿಂದಲೂ ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತಜ್ಞರಿಗೂ ಅರೇಬಿಯಾ ಗಣಿತಜ್ಞರಿಗೂ ಸಂಪರ್ಕವಿದ್ದಿತು. ಭಾರತವು ತನ್ನದೇ ಆದ ಬೀಜಗಣಿತಕ್ಕೂ ಅಂಕಗಣಿತಕ್ಕೂ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿದ್ದಿತು. ಸೊನ್ನೆಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ದಶಮಾಂಶ ಅಂಕನ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸಿ ಅಂಕಗಣಿತದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಅಪೂರ್ವಸಾಧನೆಗೆ ಮನ್ನಣೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಿತು. ಅರಬ್ಬರು ಭಾರತದಿಂದ ದಶಮಾಂಶ ಅಂಕನ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು ಇತರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಪ್ರಚಾರವಾಗಲು ಸಹಾಯಕರಾದರು. ಅಲ್

ಖ್ವಾರಿಜ್ಮಿ ಎಂಬ ಗಣಿತಜ್ಞನು ಸಂಸ್ಕೃತವನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಅರಿತನು. ಅವನು ಬರೆದಿರುವ ಬೀಜಗಣಿತ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಬೀಜಗಣಿತದ ಪ್ರಭಾವವು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ ಕಿಂಡಿ ಎಂಬುವನು ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡು ನಾಲ್ಕು ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಬರೆದನು. ಭಾರತೀಯ ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿ ಕ್ರಿಯೆಗಳ ಮಹತ್ವವು ಅರಬ್ಬರಿಗೆ ಮನದಟ್ಟಾಗಿತ್ತೆಂದು ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಲ್ ಬಟ್ಟಾನಿ ಎಂಬ ಗಣಿತ–ಖಗೋಳಜ್ಞನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಗ್ರಹಗಣಿತ

ಈಜಿಪ್ಟ್ ಮತ್ತು ಬ್ಯಾಬಿಲೋನಿಯಾ ಸಂಸ್ಕೃತಿ-ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಂತೆಯೇ ಭಾರತವೂ ಖಗೋಳವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದ್ದಿತು. ಖಗೋಳ ವಸ್ತುಗಳ ವೀಕ್ಷಣೆ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳ ಚಲನವಲನಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಚಿಂತನೆಗಳು ವೈದಿಕಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಪಾರವಾಗಿವೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ನಕ್ಷತ್ರಸಮುದಾಯಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಋತ್ವಿಜರು ಸಾಕಷ್ಟು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿಯೇ ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಕಾಲಪರಿಗಣನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಪಂಚಾಂಗರಚನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅವರಿಗೆ ವ್ಯವಹಾರಕೌಶಲವು ಸಿದ್ಧಿಸಿದ್ದಿತು. ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರರಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ವರ್ಷ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅವರು ಸಂಪಾದಿಸಿದ್ದರು. ಋಗ್ವೇದದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ, ಆಗ ಒಂದು ವರ್ಷವು ೩೬೦ ದಿನಗಳೆಂದೂ ೧೨ ತಿಂಗಳಾಗಿ ಅದನ್ನು ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದೆಂದೂ ಕಾಲವಿಭಾಗವು ಪರಿಚಿತವಾಗಿದ್ದಿತು. ಅಥರ್ವವೇದದಲ್ಲಿ ೩೦ ದಿನಗಳುಳ್ಳ ಅಧಿಕಮಾಸದ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಸೌರಮಾನರೀತ್ಯಾ ಕಾಲಗಣನೆಗೂ ಚಂದ್ರಮಾನರೀತ್ಯಾ ಕಾಲಗಣನೆಗೂ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಅಸಮತೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದ್ದಿತು.

ಯಜುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ಈಗ ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ೨೭ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ವಿಚಾರವಿದೆ. ವೇದಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಈ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಚಂದ್ರನ 'ಮನೆ'ಗಳೆಂದು ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು. ಚಂದ್ರನು ತನ್ನ ಮಾಸಿಕಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ಈ 'ಮನೆ'ಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾದ ಮೇಲೊಂದರಂತೆ ವಾಸಿಸುತ್ತಾನೆಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಇತ್ತು. ಆದರೆ, ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ಈ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಗಣನೆಯ ಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರರ, ತರುವಾಯ ಕೆಲವು ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಕ್ರಮವಾಗಿ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ವೈದಿಕಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕಕಡೆ ಉಕ್ತವಾಗಿರುವಂತೆ, ಕಾಲಗಣನೆಯು ಚಾಂದ್ರ ಹಾಗೂ ಸೌರಮಾನಗಳೆರಡಕ್ಕೂ ಅಧೀನವಾಗಿದ್ದಿತು. ಐದುವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯನ್ನು ಒಂದು ಯುಗವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಒಂದುಯುಗದಲ್ಲಿ ಚಾಂದ್ರ ಹಾಗೂ ಸೌರಮಾನ

ರೀತಿಯಾಗಿ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಕಾಲ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ೩೦, ೨೫ ಅಥವಾ ೨೬ ದಿನಗಳ ಅಧಿಕಮಾಸವನ್ನು ಸೇರಿಸುವುದರ ಮೂಲಕ ಸರಿಪಡಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ ೫ ವರ್ಷಗಳ ಮಾನವನ್ನು, ಎಂದರೆ ೫×೩೬೦=೧೮೦೦ ದಿನಗಳ ಕಾಲವನ್ನು ೧೮೩೦, ೧೮೨೫ ಅಥವಾ ೧೮೨೬ ದಿನಗಳಿಗೆ ತರುತ್ತಿದ್ದರು. ಆಧುನಿಕ ಗಣನೆಯಂತೆ ಅದು ೧೮೨೬¼ ದಿನಗಳಾಗುತ್ತವೆ.

ವೇದಾಂಗ ಜ್ಯೋತಿಷವು ವೈದಿಕ ಸಾಹಿತ್ಯದ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ವಿಶಿಷ್ಟಭಾಗ. ಅತಿ ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತವಾಗಿಯೂ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾಗಿಯೂ ಇರುವ ಈ ಗ್ರಂಥದ ಕಾಲದ ಬಗೆಗೆ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳಿವೆ. ಬಹುಶಃ ಇದರ ಕಾಲವು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ನಾಲ್ಕು-ಐದನೆಯ ಶತಮಾನವಿರಬಹುದು. ವೇದಾಂಗ ಜ್ಯೋತಿಷವು ಆರ್ಚ ಜ್ಯೋತಿಷ, ಯಜುರ್ಜ್ಯೋತಿಷ ಎಂದು ಎರಡು ರೂಪಗಳಲ್ಲಿದ್ದು ಒಟ್ಟು ೪೯ ಶ್ಲೋಕಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಕಾಲವಿಭಾಗವೂ ನಕ್ಷತ್ರಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಚಂದ್ರಚಾರವನ್ನು ಕುರಿತ ಖಗೋಳ ವಿಚಾರಗಳೂ ಇವೆ. ೨೭ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ನಾಮಾಕ್ಷರಗಳ ಮೂಲಕವಾಗಲೀ ನಕ್ಷತ್ರಾಧಿದೇವತೆಯ ಹೆಸರಿನ ಮೂಲಕವಾಗಲೀ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ನಕ್ಷತ್ರವೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಮನಾದ ಕಾಲವೂ ೧೨೪ ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಐದು ವರ್ಷಗಳ ಒಂದು ಯುಗದಲ್ಲಿ ೬೦ ಸಾವನ ಮಾಸಗಳೂ, ೬೨ ಚಾಂದ್ರಮಾಸಗಳೂ ೬೭ ನಾಕ್ಷತ್ರ ಮಾಸಗಳೂ ಇವೆ ಎಂದು ವೇದಾಂಗ ಜ್ಯೋತಿಷವು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಗ್ರಂಥದ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ ಸೂರಿಯ-ಪನ್ನತ್ತಿ ಮತ್ತು ಚಂದ-ಪನ್ನತ್ತಿ ಎಂಬ ಜೈನ ಗ್ರಂಥಗಳೂ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಜೈನರು ಎರಡು ಸೂರ್ಯ, ಎರಡು ಚಂದ್ರ, ಎರಡು ನಕ್ಷತ್ರ ವ್ಯೂಹಗಳು—ಈ ರೀತಿ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಖಗೋಳ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ಮತೀಯ ಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು.

ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾವನೆಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವೈದಿಕ ಸಾಹಿತ್ಯವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಗಮನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು ಎಂಬುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯಚಾರ, ಚಂದ್ರನ ಮಾರ್ಗ ಮತ್ತು ವೃದ್ಧಿಕ್ಷಯಗಳು, ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಗ್ರಹಗಳು, ನಕ್ಷತ್ರ ಗುಂಪುಗಳ ಸ್ವರೂಪಗಳು, ಗ್ರಹಣಗಳು, ಧೂಮಕೇತುಗಳು–ಇವೇ ಮೊದಲಾದುವನ್ನು ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಅವರು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ವೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣ, ಯಜ್ಞಗಳಿಗೂ ಅವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಕರ್ಮಗಳಿಗೂ ಸರಿಯಾದ ಕಾಲವನ್ನು ಖಗೋಳ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಅವರು ನಿರ್ಧರಿಸಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಸತತ ವೀಕ್ಷಣೆಯ ಫಲವಾಗಿ, ವಿಷುವ ಬಿಂದುಗಳನ್ನೂ ಅಯನಗಳನ್ನೂ ಗೊತ್ತುಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಅವರು ವಿಚಕ್ಷಣರಾಗಿದ್ದರು. ಹಗಲು ರಾತ್ರಿಗಳು ಸೂರ್ಯನಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು

ಅರಿತಿದ್ದರು. ಭೂಮಿಯು ದುಂಡಾಗಿದೆ ಎಂದೂ ಸೂರ್ಯನು ಅಸ್ತನಾಗುವುದೇ ಇಲ್ಲ ವೆಂದೂ ಋಗ್ವೇದದಲ್ಲಿಯೂ ಐತರೇಯ ಬ್ರಾಹ್ಮಣದಲ್ಲಿಯೂ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಾನಿಯರ್ ವಿಲಿಯವ್ಸ್ ಹೇಳಿರುವಂತೆ, "ಕೊಪೆರ್‌ನಿಕಸನು ಹುಟ್ಟುವುದಕ್ಕೆ ಸುಮಾರು ಎರಡು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಮೊದಲೇ ಹಿಂದೂಗಳು ತಮ್ಮ ಜಾಣ್ಮೆಯಿಂದ ಕೆಲವು ಖಗೋಳಸಂಬಂಧಿ ಅನುಮಾನಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದಂತೆ ತೋರುತ್ತದೆ."

ಕ್ರಿಸ್ತಶಕದ ಮೊದಲ ಕೆಲವು ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯ ಗ್ರಹಗಣಿತ ಸಾಹಿತ್ಯವು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಯಿತು. ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಚಾರಗಳು ಗ್ರೀಕರ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಒಳಗಾಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಏಕೆಂದರೆ, ಈ ಖಗೋಳಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಂತಹ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಸಾಕಷ್ಟುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾಣಬಹುದು. ಈ ಸಾಹಿತ್ಯವು ಅನೇಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ (ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅವು ಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೮ ಎಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ) ರೂಪದಲ್ಲಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಐದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು : ಸೂರ್ಯ ಸಿದ್ಧಾಂತ, ಪೈತಾಮಹ, ವಾಸಿಷ್ಠ, ಪೌಲಿಶ ಮತ್ತು ರೋಮಕ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು. ಈ ಐದರಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತವು ಪ್ರಖ್ಯಾತವಾದದ್ದು ಮತ್ತು ಈಗ ಉಪಲಬ್ಧವಾಗಿದೆ. ಉಳಿದವುಗಳನ್ನು ಕ್ರಿ.ಶ. ಆರನೆಯ ಶತಮಾನದ ಗ್ರಹಗಣಿತಜ್ಞ ವರಾಹಮಿಹಿರ ಎಂಬುವನು "ಪಂಚ ಸಿದ್ಧಾಂತಿಕಾ" ಎಂಬ ಗ್ರಹ ಗಣಿತ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ರಚಿಸಿದವನು ಯಾರೆಂಬುದು ಗೊತ್ತಿಲ್ಲ. ಅದರ ಕಾಲದ ವಿಚಾರವೂ ನಿಖರವಾಗಿ ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು ಬಹುಶಃ ಪ್ರಾಚೀನವಾದವು. ಮುಖ್ಯವಾದ ಗ್ರಹಗಣಿತ ಫಲಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ ಭಾಗಗಳು ಇತ್ತೀಚಿನವು ಎಂದು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ವರಾಹಮಿಹಿರನು ತಿಳಿಸಿರುವ ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೂ ಈಗ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವದಕ್ಕೂ ಅನೇಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಗಳಿವೆ. ಈಗ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತವು ಬಹುಶಃ ಎಂಟು-ಒಂಭತ್ತ ನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಸಂಯೋಜನೆಗೊಂಡಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಸೂರ್ಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವು ಹಿಂದೂಗಳ ಖಗೋಳ ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಗ್ರಹ. ಈ ಗ್ರಂಥವು ಅನೇಕ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಕಾಲಮಾನಗಳು ; ಗ್ರಹಗಳ ಮಾಧ್ಯಭೋಗಾಂಶ ಅಥವಾ ದೇಶಾಂತರ, ರೇಖಾಂಶಗಳು ; ಪಂಚಾಂಗಕ್ರಮ ; ಕಾಲ, ದೇಶ, ದಿಕ್ಕು ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವುದು ; ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರ ಗ್ರಹಣಗಳ ವಿಷಯಗಳು ; ಗ್ರಹಣ ವಾಗುವುದನ್ನು ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿನಿಧಿಸುವ ಬಗೆ ; ಗ್ರಹಗಳು ಪರಸ್ಪರವಾಗಿ ಯೋಗ ಅಥವಾ ಯುತಿಗೊಳ್ಳುವುದು ; ಸೂರ್ಯ ಸಹೋದಯ ಹಾಗೂ ಅಸ್ತಮಯ ಗ್ರಹಗಳು ; ಪಾತವಿಚಾರ ; ವಲಯ ಯಂತ್ರ, ಶಂಕು ಮತ್ತು ಇತರ ವೇಧಯಂತ್ರ ಗಳ ವರ್ಣನೆ—ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತವು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಗ್ರಂಥದ ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ಜಗತ್ತಿನ ಸೃಷ್ಟಿ ವಿವರಣೆ, ಪ್ರಾಚೀನ

ಸಾಂಖ್ಯತತ್ವಗಳು, ಭೂಗೋಳ ವಿಚಾರಗಳು ಇವೆ. ವಿಷಯ ವೈವಿಧ್ಯದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತ ಒಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಗ್ರಂಥ—೫೦೦ ಶ್ಲೋಕಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಇತರ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳು ಇನ್ನೂ ದೊಡ್ಡವು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಬರೆದಿರುವ ಬ್ರಹ್ಮಸ್ಫುಟ ಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ (ಕ್ರಿ.ಶ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನ) ೧೦೦೦ಲ ಶ್ಲೋಕಗಳೂ ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ಬರೆದಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಶಿರೋಮಣಿಯಲ್ಲಿ (ಕ್ರಿ.ಶ. ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನ) ೯೬೨ ಶ್ಲೋಕಗಳೂ ಇವೆ. ಆದರೆ ಈ ಗ್ರಂಥಗಳಂತೆ ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತವು ಗಣಿತ, ಬೀಜಗಣಿತ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿಲ್ಲ.

ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಬ್ರಹ್ಮನು ೧,೭೦,೬೪,೦೦೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿ ಮಾಡಿದನಂತೆ; ಸೃಷ್ಟಿಯಾದ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲ ಗ್ರಹಗಳೂ, ಅವುಗಳ ಉಚ್ಚ ಮತ್ತು ಆರೋಹ ಪಾತಗಳೂ ಅಶ್ವಿನಿ ನಕ್ಷತ್ರದ ಪ್ರಥಮ ಬಿಂದುವಿನ ಹತ್ತಿರ (ಎಂದರೆ, ಈಗಿನ ಜೀಟಾ ಪೀಸಿಯಂ ನಕ್ಷತ್ರದ ಬಳಿ) ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇದ್ದುವಂತೆ. ಎರಡನೆಯ ಆರ್ಯಭಟನು (ಕ್ರಿ.ಶ. ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ) ಈ ಕಾಲವನ್ನು ೩೦,೨೪,೦೦೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳೆಂದು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಈ ಬಗೆಯ ಅಗಾಧ ಕಾಲಗಣನೆ ಭಾರತೀಯರಲ್ಲಿ ಸರ್ವೇಸಾಧಾರಣವಾಗಿದ್ದಿತು. ಅವರು ಮಾನುಷ ಅಹೋರಾತ್ರ (ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯೋದಯದಿಂದ ಮರು ಸೂರ್ಯೋದಯದವರೆಗಿನ ಕಾಲ) ಮತ್ತು ಚಾಂದ್ರಮಾಸಗಳನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಕರ್ತನಾದ ಬ್ರಹ್ಮನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಈ ಕೆಳಕಂಡಂತೆ ಹೊಂದಾಣಿಕೆ ಮಾಡಿದ್ದರು :

ಒಂದು ಮಾನುಷ ಅಹೋರಾತ್ರ = ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೂರ್ಯನು ಒಂದುಸಲ ಸುತ್ತುವ ಕಾಲ

ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾಸ = ಪಿತೃಗಳ ಒಂದು ಅಹೋರಾತ್ರ
ಒಂದು ಸೌರವರ್ಷ = ದೇವತೆಗಳ ಒಂದು ಅಹೋರಾತ್ರ
೩೬೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳು = ಒಂದು ಸ್ವರ್ಗೀಯ ವರ್ಷ
೧೨೦೦೦ ಸ್ವರ್ಗೀಯ ವರ್ಷಗಳು = ಒಂದು ಚತುರ್ಯುಗ ಅಥವಾ ಮಹಾಯುಗ (ಕೃತ, ತ್ರೇತ, ದ್ವಾಪರ ಕಲಿಯುಗಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು)

ಒಂದು ಮಹಾಯುಗವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಕೃತ, ತ್ರೇತ, ದ್ವಾಪರ ಮತ್ತು ಕಲಿಯುಗಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ೪ : ೩ : ೨ : ೧ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆಯೆಂದೂ ಅವು ೪೦೦೦ ೩೦೦೦, ೨೦೦೦, ೧೦೦೦ ಸ್ವರ್ಗೀಯ ವರ್ಷ ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಹತ್ತನೆಯ ಒಂದು ಭಾಗದಷ್ಟು ಸಂಧಿಕಾಲ ಹಾಗೂ ಸಂಧ್ಯಾಂಶಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತವೆಯೆಂದೂ ಭಾರತೀಯರ ಕಲ್ಪನೆ. ಎಂದರೆ, ಕೃತಯುಗದ ಅವಧಿ = ೪೦೦೦ + ೪೦೦ + ೪೦೦ ;

ತ್ರೇತಾ=೩೦೦೦+೩೦೦+೩೦೦; ದ್ವಾಪರ=೨೦೦೦+೨೦೦+೨೦೦; ಮತ್ತು ಕಲಿಯುಗ=೧೦೦೦+೧೦೦+೧೦೦. ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟು ೧೨೦೦೦ ಸ್ವರ್ಗೀಯ ವರ್ಷಗಳು. ಒಂದು ಸ್ವರ್ಗೀಯ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೩೬೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳಾದುದರಿಂದ, ಒಂದು ಮಹಾಯುಗದಲ್ಲಿ ೧೨,೦೦೦×೩೬೦=೪,೩೨೦,೦೦೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಸಾವಿರ ಮಹಾಯುಗಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಕಲ್ಪ ಎಂದು ಹೆಸರು; ಎಂದರೆ ಒಂದು ಕಲ್ಪದಲ್ಲಿ ೪,೩೨೦,೦೦೦,೦೦೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟು ಕಾಲ ಸೃಷ್ಟಿಕರ್ತ ಬ್ರಹ್ಮನ ಒಂದು ಹಗಲಿಗೆ ಸಮ. ಆದುದರಿಂದ ಬ್ರಹ್ಮನ ಒಂದು ದಿನ (ಹಗಲು, ರಾತ್ರಿ ಸೇರಿ) ೮,೬೪೦,೦೦೦,೦೦೦ ಸೌರವರ್ಷಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಕಲ್ಪಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವಿಚಾರಗಳು ಋಗ್ವೇದದಲ್ಲಿಯೂ ವೇದಾಂಗಜ್ಯೋತಿಷದಲ್ಲಿಯೂ ಕಾಣಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದು ಕೆಲವು ಖಗೋಳ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಮನುಸ್ಮೃತಿ ಮತ್ತು ಪುರಾಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಿವರವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮಹಾಯುಗದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲ ಒಂದೇಕಡೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದು ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಭಾವನೆ.

ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳು ಚಲಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರವಹ ಎಂಬ ವಾಯುವು ಕಾರಣ ಎಂಬುದು ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಜ್ಞರ ನಂಬಿಕೆ. ಭೂಮಿಯು ಆಕಾಶ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಗೋಳವೆಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಗ್ರಹಗಳ ಕ್ರಮವು ಹೀಗೆ: ಚಂದ್ರ, ಬುಧ, ಶುಕ್ರ, ರವಿ, ಮಂಗಳ, ಗುರು ಮತ್ತು ಶನಿ. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯು ಹೇಗೆ ನಿಂತಿರಲು ಸಾಧ್ಯ? ಇದಕ್ಕೆ ಉತ್ತರವಾಗಿ ಪೌಲಿಶ ಸಿದ್ಧಾಂತವು "ಪಾಂಚ ಭೌತಿಕವಾದ ಮತ್ತು ಚೆಂಡಿನಂತೆ ದುಂಡಗಿರುವ ಭೂಮಿಯು ಎರಡು ಆಯಸ್ಕಾಂತಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ನಿಂತಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಗಟ್ಟಿಯೋಪಾದಿಯಲ್ಲಿದೆ" ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದೆ. ಬಹುಶಃ ಇದು ಆಕಾಶದಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಥಿತಿಗೂ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲಕ್ಕೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಯು ಯಾವ ವಸ್ತುವಿನ ಆಧಾರವನ್ನೂ ಹೊಂದದೆ, ವಿಸ್ತಾರವಾದ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಬಲದಿಂದ ದೃಢವಾಗಿ ನಿಂತಿದೆ ಎಂದು ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಭೂಮಿಯ ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣ ಬಲದ ವಿಚಾರವಾಗಿಯೂ ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ಆಲೋಚನೆ ಮಾಡಿದ್ದನು. ಆಕರ್ಷಣ ಬಲವು ಭೂಮಿಗೆ ಸಹಜವಾದುದೆಂದೂ ಅದರಿಂದ ಭಾರವಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತನ್ನೆಡೆಗೆ ಸೆಳೆಯುತ್ತದೆ ಎಂದೂ ಅವನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ, ಭೂಮಧ್ಯವೂ ಭಮಧ್ಯವೂ (ಖಗೋಳ ಮಧ್ಯ) ಒಂದೇ ಎಂಬುದು ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನ ಮತ್ತೊಂದು ಪ್ರತಿಪಾದನೆ. ಇವನಿಗಿಂತ ಮುಂಚಿತವಾಗಿದ್ದ ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಜ್ಞರು ಇವೆರಡೂ ಬೇರೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು.

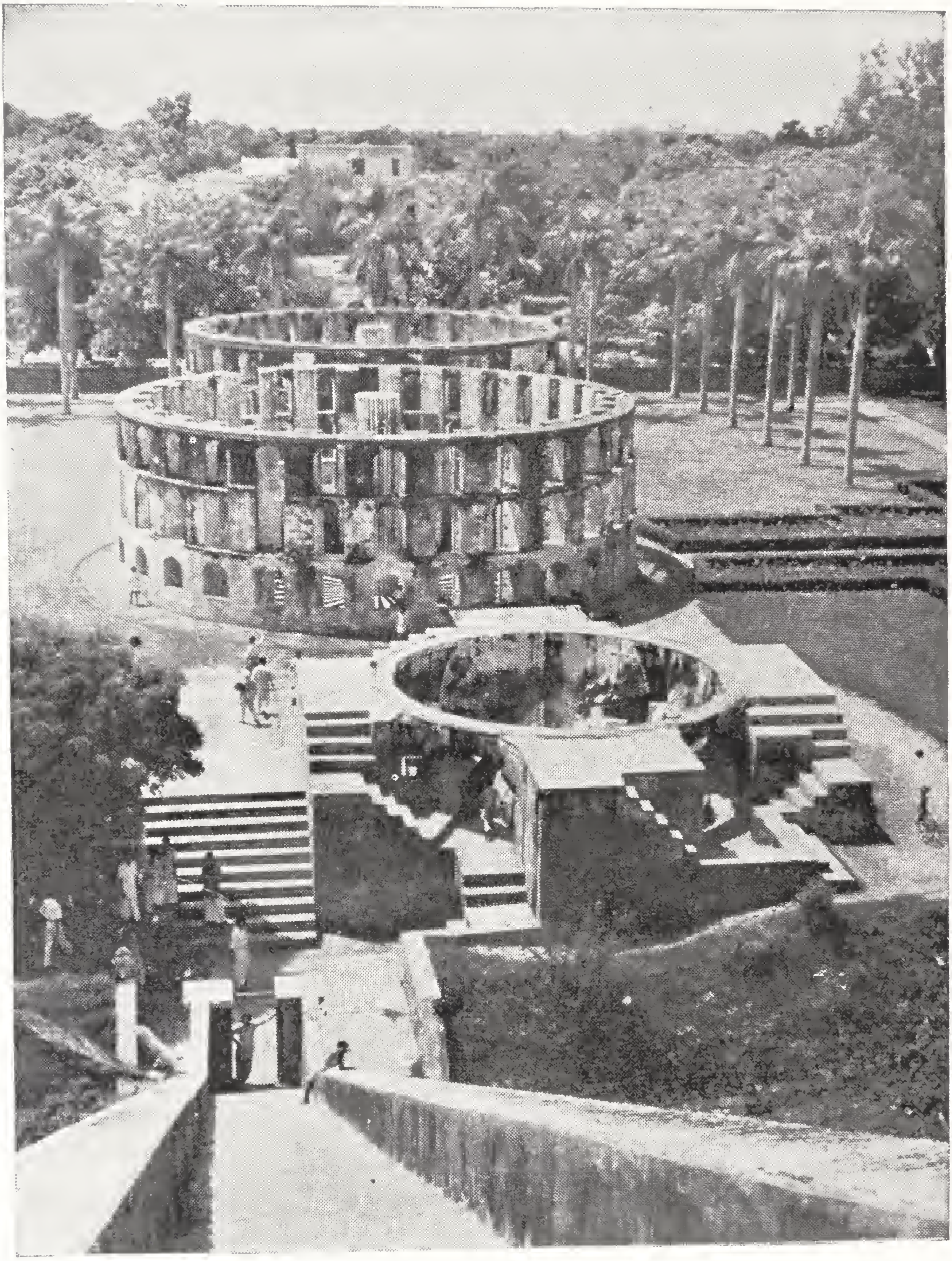
ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಆರ್ಯಭಟ, ವರಾಹಮಿಹಿರ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತ ಮತ್ತು ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯರು ವಿಖ್ಯಾತರಾಗಿದ್ದರು. ಆರ್ಯಭಟನ ಆರ್ಯಭಟೀಯಂ ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಭೂಮಿಯ ಭ್ರಮಣದ ವಿಷಯವು ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯಾಗಿದೆ. ಆರ್ಯಭಟನ ಖಗೋಳ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದವು. ವರಾಹಮಿಹಿರನು ಆಗ ತಿಳಿದಿದ್ದ ಖಗೋಳ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಸಾರಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಡೀಕರಿಸಿದನು. ಉಜ್ಜಯನಿಯಲ್ಲಿ ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಬ್ರಹ್ಮಸ್ಫುಟಸಿದ್ಧಾಂತ ಮತ್ತು ಖಂಡಖಾದ್ಯಕ ಎಂಬೆರಡು ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಭೂಮಿಯು ಭ್ರಮಣವಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂಬ ಆರ್ಯಭಟನ ತತ್ವವನ್ನು ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಅನುಮೋದಿಸಲಿಲ್ಲ. ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನ ಅನುಯಾಯಿಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಪಶ್ಚಿಮ ಭಾರತದಲ್ಲಿದ್ದರು. ಕ್ರಿ.ಶ. ಎಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಲಲ್ಲ ಎಂಬುವನು ಆರ್ಯಭಟೀಯವನ್ನು ಕುರಿತು ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದನು. ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಮುಂಜಾಲ ಎಂಬುವನೂ ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಶ್ರೀಪತಿಯೂ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಣತರೆಂದು ಮನ್ನಣೆ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಶ್ರೀಪತಿಯು ಬರೆದಿರುವ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಶೇಖರ ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವು ಬಹ್ಮಗುಪ್ತನ ತತ್ವಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಒಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಪೃಥೂದಕಸ್ವಾಮಿ ಎಂಬುವನು ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನ ಗ್ರಂಥಗಳಿಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ.

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಂತೆಯೇ ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರವೂ ಅರೇಬಿಯಾ ಖಗೋಳಜ್ಞರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದಿತು. ಆರ್ಯಭಟ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತರ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಅವರು ಭಾಷಾಂತರಿಸಿದರು. ಕ್ರಿ.ಶ. ಹದಿನಾಲ್ಕು–ಹದಿನೈದನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅರೇಬಿಯಾ ಖಗೋಳಜ್ಞರ ಭಾವನೆಗಳೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಕ್ರಿ.ಶ. ಹದಿನೇಳು–ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಪಂಡಿತರಿಗೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಖಗೋಳ ವಿಚಾರಗಳ ಸ್ಥೂಲ ಪರಿಚಯವೂ ಇದ್ದಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಪಶ್ಚಿಮ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ದೂರದರ್ಶಕವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಖಗೋಳ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ವೀಕ್ಷಿಸಲು ಉಪಯೋಗವಾಗಲೇ ಇಲ್ಲ. ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದ ವೇಧ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಬೇಕಾದಂತೆ ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡು ವೀಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಕ್ರಿ.ಶ. ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಮಹಾರಾಜ ಸವಾಯಿ ಜೈಸಿಂಗ್ II ಎಂಬುವನು ದೆಹಲಿ, ಉಜ್ಜಯಿನಿ, ವಾರಣಾಸಿ, ಮಥುರ ಮತ್ತು ಜೈಪುರಗಳಲ್ಲಿ ಐದು ಬೃಹದ್ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟಿಸಿದನು. ದೆಹಲಿಯಲ್ಲಿರುವ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯದ ಯಂತ್ರಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಮುಂದಿನ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಮಹಾರಾಜ ಜೈಸಿಂಗ್‌ನ ಖಗೋಳ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಗೆ ಬೆಂಬಲಿಗನಾಗಿ ಜಗನ್ನಾಥ ಪಂಡಿತನೆಂಬ ಗಣಿತ–ಖಗೋಳಜ್ಞನು ಇದ್ದನು. ಅವನು ಕೆಲವು ವೇಧಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದನು. ಅವು ಇಂದಿಗೂ ಅವನಿಗೆ ಸ್ಮಾರಕಗಳಂತೆ ಉಳಿದುಬಂದಿವೆ.



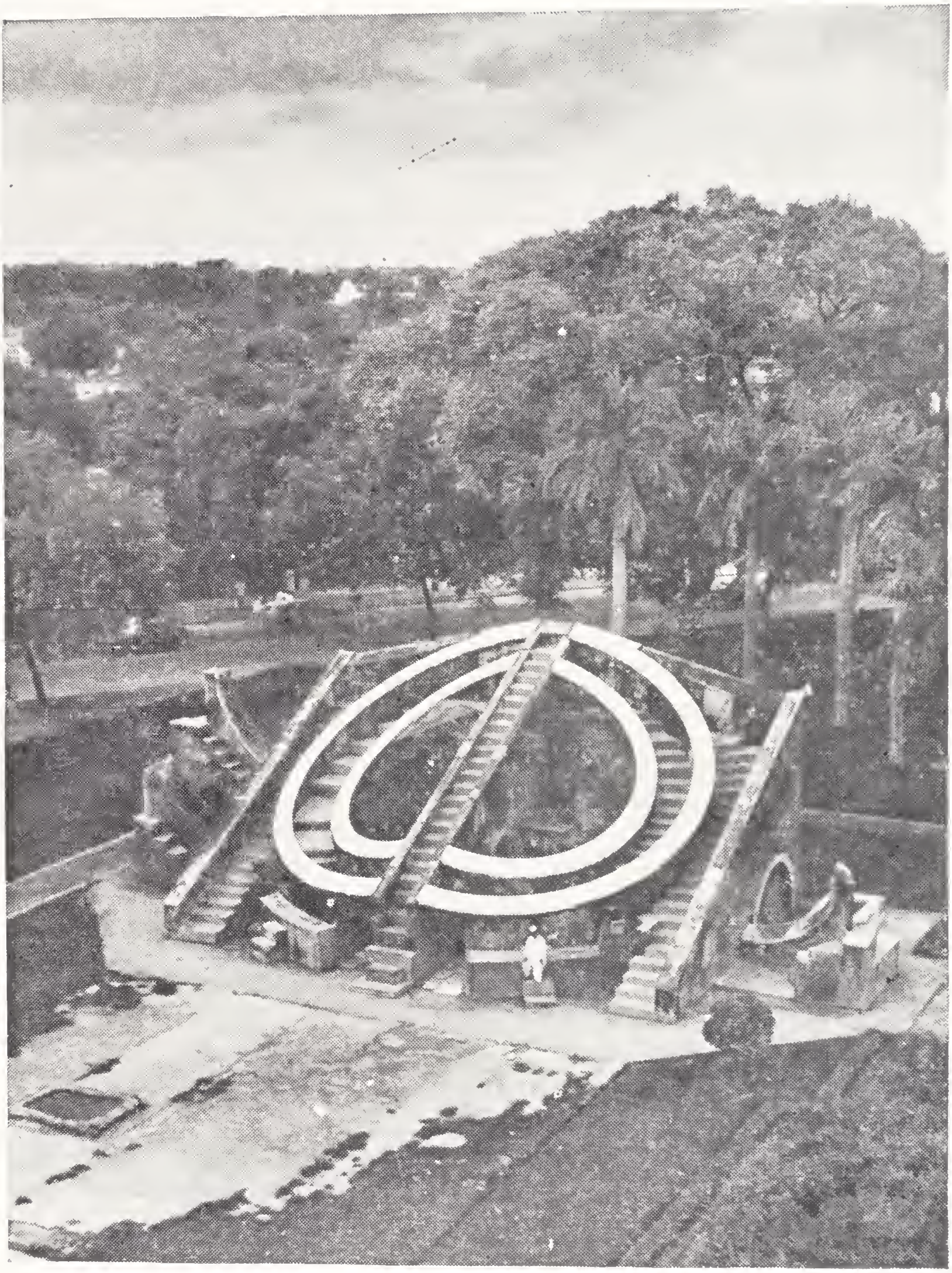
ದೆಹಲಿಯ ಜಂತರ್ ಮಂತರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಸಾಮ್ರಾಟ್ ಯಂತ್ರ.

ಸುಮಾರು ೬೦ ಅಡಿ ಎತ್ತರದ ಈ ಇಳಿಜಾರು ಕಲ್ಲು ಕಟ್ಟಡವು ಕ್ಷಿತಿಜಕ್ಕೆ ೨೮° ೩೯' ಓರೆಯಾಗಿದ್ದು ಇಳಿಜಾರಿನ ನೇರವು ಸರಿಯಾಗಿ ಧ್ರುವ ನಕ್ಷತ್ರದ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿದೆ. ಸೂರ್ಯನು ಚಲಿಸಿದಂತೆ ಈ ಇಳಿಜಾರಿನ ತುದಿಯ ನೆರಳು ಇಳಿಜಾರಿನ ಲಂಬ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಜೋಡಿಸಿರುವ ವೃತ್ತಚಾಪದ ಮೇಲೆ ಚಲಿಸುವುದು. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸ್ಥಳೀಯ ಕಾಲವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸಬಹುದು.



ದೆಹಲಿಯ ಜಂತರ್ ಮಂತರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ರಾಮಯಂತ್ರ.

ಇದರಲ್ಲಿ ವರ್ತುಲಾಕಾರದ ಎರಡು ಕಟ್ಟಡಗಳಿವೆ. ಸೂರ್ಯನ ದಿಗಂಶ (azimuth) ಮತ್ತು ಉಚ್ಚ್ರಾಯ(altitude)ಗಳನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಲು ಕಟ್ಟಡದ ಗೋಡೆ ಮತ್ತು ನೆಲವನ್ನು ಸೂಕ್ತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿಭಜಿಸಲಾಗಿವೆ. ಈ ಅಳತೆಗೆ ಎರಡು ಕಟ್ಟಡಗಳೂ ಪರಸ್ಪರ ಪೂರಕವಾಗಿವೆ.



ದೆಹಲಿಯ ಜಂತರ್ ಮಂತರ್‌ನಲ್ಲಿರುವ ಮಿಶ್ರಯಂತ್ರ.
ಇದರಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ವಿವಿಧ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಕಟ್ಟಡದ ಉತ್ತರ ಪಾರ್ಶ್ವದ
ಗೋಡೆಯು ಊರ್ಧ್ವಗತಿಗೆ ೫° ೧೦.೫′ ಓರೆಯಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನು ಜೂನ್ ೨೨ರಂದು ಕಟಕ
ರಾಶಿಗೆ ಬಂದು ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನು ದಕ್ಷಿಣಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸುವಾಗ ದೆಹಲಿಯಲ್ಲಿರುವ
ವೀಕ್ಷಕರಿಗೆ ಈ ಗೋಡೆಯ ನೇರದಲ್ಲೇ ಕಾಣುವನು.



ದೆಹಲಿಯ ಕುತುಬ್ ಮಿನಾರ್ ಬಳಿಯಿರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಂಬ.

ಮೊದಲು ವಿಷ್ಣುಪಾದ ಬೆಟ್ಟ (ಬಹುಶಃ ಮಥುರಾದಲ್ಲಿ)ದ ಮೇಲಿದ್ದ ಈ ಕಂಬವನ್ನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೦೫೦ರಲ್ಲಿ ಇಮ್ಮಡಿ ಅನಂಗಪಾಲನು ಈಗಿರುವಲ್ಲಿ ತಂದು ನೆಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ಇದರ ಎತ್ತರ ೨೩ ಅಡಿ ೮ ಅಂಗುಲ, ವ್ಯಾಸ ಮೇಲ್ತುದಿಯಲ್ಲಿ ೧೨", ಕೆಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ೧೬.೪". ಇದರ ತೂಕ ಸುಮಾರು ೬ ಟನ್. ಇದರಲ್ಲಿ ಶೇಕಡ ೯೯.೭೨ ಭಾಗ ಕಬ್ಬಿಣವಿದ್ದು ಉಳಿದ ಭಾಗ ಕಾರ್ಬನ್, ಗಂಧಕ. ಸಿಲಿಕನ್, ರಂಜಕ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿವೆ. ಇದು ಇಂದಿಗೂ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿದಿಲ್ಲ.

ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು

ಆಧುನಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವು ವಸ್ತು, ಅದರ ಸಾಮಾನ್ಯಗುಣಗಳು, ಬಲ, ಚಲನೆ, ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವರೂಪಗಳು, ವಾಸ್ತವಿಕ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಇರುವ ನಿಯಮಗಳು–ಇವನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವಿಚಾರಮಾಡುತ್ತದೆ. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಚಾರ ಧೋರಣೆಯಲ್ಲಿ ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ, ತರ್ಕಬದ್ಧವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ವಿಷಯಗಳಿಗೆ ಮುಖ್ಯ ಸ್ಥಾನವಿದೆ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಆಧಾರವಾಗಿದೆ ಎಂದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂದ್ರಿಯಾನುಭವ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಮತ್ತು ವೀಕ್ಷಣೆ, ಅವುಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬಂದ ಅನುಮಾನ ಹಾಗೂ ತತ್ವಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿವೆ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ, ಪ್ರಾಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದಿದ್ದಿತೆಂದು ಹೇಳುವುದಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ, ಆ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶವು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಂಪ್ರದಾಯವನ್ನು ಪೋಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದಿದ್ದರೂ ಆ ಸಂಪ್ರದಾಯಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಪ್ರಕಾಶವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಯಾವ ವಿಧವಾದ ಪ್ರಯೋಗ–ವೀಕ್ಷಣೆಗಳಿಗೂ ಅವು ಒಳಗಾಗಲಿಲ್ಲ. ಸಾಲದುದಕ್ಕೆ, ಆ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಭಾರತೀಯ ದರ್ಶನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಅಂಗವಾಗಿಯೇ ಬೆಳೆದುಬಂದುವು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಭಾರತೀಯ ದರ್ಶನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು—ಹಿಂದು, ಬೌದ್ಧ ಹಾಗೂ ಜೈನರು—ಸುತ್ತಲಿನ ವಾಸ್ತವಿಕ ಪ್ರಪಂಚದ ರೂಪವನ್ನು ಅನೇಕ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ಮೂಲಕ ವಿವರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಆ ಪ್ರಯತ್ನ ತಾವು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಇಲ್ಲವೇ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ದಾರ್ಶನಿಕ ತತ್ವಗಳ ಚೌಕಟ್ಟಿನಲ್ಲೇಯೇ ನಡೆಯಿತು. ಇದು ಭಾರತೀಯ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡಿದರೆ, ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಭಾರತೀಯ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಉನ್ನತಮಟ್ಟದಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಮನಸ್ಸು, ಇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ವಸ್ತು ಎಂಬುದು ಉಂಟೇ? ವಸ್ತು ಎಂದರೇನು? ಅದರ ಗುಣಗಳಾವುವು? ಚಲನೆ, ದೇಶ, ಕಾಲ, ಶಬ್ದ, ಬೆಳಕು–ಇವುಗಳನ್ನು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವೆ? ವಾಸ್ತವಿಕ ಜಗತ್ತು ನಿತ್ಯವೇ? ಹಾಗಾದರೆ ಅದರ ನಿತ್ಯ ರೂಪವೆಂತಹದು?–ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಭಾರತೀಯ ತತ್ವಜ್ಞರು ವಿಚಾರ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ವಿಚಾರಗಳನ್ನೂ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಸಂಸ್ಕೃತ ಹಾಗೂ ಇತರ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಅನೇಕ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಬೇಕು. ವೇದಗಳು; ಉಪನಿಷತ್ತುಗಳು; ಪುರಾಣಗಳು; ನ್ಯಾಯ, ವೈಶೇಷಿಕ, ಸಾಂಖ್ಯ, ಯೋಗ, ಪೂರ್ವ ಮತ್ತು ಉತ್ತರ ಮೀಮಾಂಸಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಗ್ರಂಥಗಳು ಹಾಗೂ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳು; ಬೌದ್ಧ, ಜೈನ ಮತೀಯ ಗ್ರಂಥಗಳು–ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮೊತ್ತ ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ಪಂಚಭೂತಗಳನ್ನು ಕುರಿತದ್ದು; ಋಗ್ವೇದದಲ್ಲಿ 'ಅಪ್' ಭೂತವು ವಿಶ್ವಕ್ಕೆ ಮೂಲವಾದುದು ಎಂದು ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಬೃಹದಾರಣ್ಯ, ಛಾಂದೋಗ್ಯ, ತೈತ್ತಿರೀಯ, ಮೈತ್ರೀ, ಮೈತ್ರಾಯಣೀ ಮತ್ತು ಕೌಷೀತಕೀ ಉಪನಿಷತ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಪೃಥ್ವೀ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್, ವಾಯು ಮತ್ತು ಆಕಾಶ ಭೂತಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿಯೂ, ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅನುಸರಿಸಿರುವಂತೆಯೂ ವಿವರಣೆಗಳಿವೆ. ಒಟ್ಟನಲ್ಲಿ, ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಉಪನಿಷತ್ತುಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪಂಚಭೂತಗಳ ಕಲ್ಪನೆಯು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿದ್ದಿತು. ಆದರೆ ಒಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಮರೆಯಬಾರದು. ಈ ಪಂಚ ಮಹಾಭೂತಗಳ ವಿವರಣೆಯು ಉಪನಿಷತ್ ಬ್ರಹ್ಮನ ಕಲ್ಪನೆಯ ಅಂಗವಾಗಿಯೇ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿತು; ಅದು ತನ್ನದೇ ಆದ ಒಂದು ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವವನ್ನು ಪಡೆಯಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಮೇಣ ಅದು ಕೆಲವು ದರ್ಶನಗಳ ಪ್ರಮುಖ ಭಾಗವಾಗಿಯೂ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಸಾಂಖ್ಯ, ನ್ಯಾಯ ಮತ್ತು ವೈಶೇಷಿಕ ದರ್ಶನಗಳು ಈ ಕಲ್ಪನೆಯನ್ನು ತಮ್ಮ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡುವು.

ಸಾಂಖ್ಯ ದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕೃತಿ-ಪುರುಷರ ಆವಿರ್ಭಾವ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ:

ಪ್ರಕೃತಿ — ಪುರುಷ
|
ಮಹಾನ್
|
ಅಹಂಕಾರ — ಪಂಚ ತನ್ಮಾತ್ರಗಳು (ಸೂಕ್ಷ್ಮ)
| |
ಮನಸ್ಸು |
| |
ಹತ್ತು ಇಂದ್ರಿಯಗಳು ಪಂಚಭೂತಗಳು (ಸ್ಥೂಲ)

ಈ ಒಟ್ಟು ನಿರೂಪಣೆಯಲ್ಲಿ ಪಂಚತನ್ಮಾತ್ರಗಳು ಹಾಗೂ ಪಂಚ ಮಹಾ ಭೂತಗಳು ಹೇಗೆ ದಾರ್ಶನಿಕವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದು. ತನ್ಮಾತ್ರಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮ, ಅಗೋಚರ, ಮತ್ತು ನಿತ್ಯ. ಅವು ಎಂತಹವು ಎಂಬುದನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ತಿಳಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಬಹುಶಃ ಅವು ವಸ್ತುವಿನ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು ಮನಸ್ಸಿನ ಹಾಗೂ ವಸ್ತುವಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರಬಹುದು. ಪಂಚಭೂತಗಳಾದರೋ ಸ್ಥೂಲ, ಇಂದ್ರಿಯಾನುಭವವಾಗುವ ವಿವಿಧ ವಸ್ತುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿವೆ ಮತ್ತು ಅನಿತ್ಯ.

ಪಂಚತನ್ಮಾತ್ರಗಳಿಂದ ಪಂಚಮಹಾಭೂತಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಶಬ್ದ ತನ್ಮಾತ್ರದಿಂದ ಆಕಾಶ; ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶತನ್ಮಾತ್ರಗಳಿಂದ ವಾಯು; ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ, ರೂಪ ತನ್ಮಾತ್ರಗಳಿಂದ ತೇಜಸ್; ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ, ರೂಪ, ರಸ ತನ್ಮಾತ್ರಗಳಿಂದ ಅಪ್;

ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ, ರೂಪ, ರಸ, ಗಂಧ ತನ್ಮಾತ್ರಗಳಿಂದ ಪೃಥ್ವೀ. ಆಕಾಶದ ಗುಣ ಶಬ್ದ; ವಾಯು-ಶಬ್ದ ಮತ್ತು ಸ್ಪರ್ಶ, ತೇಜಸ್-ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ ಮತ್ತು ರೂಪ; ಅಪ್-ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ, ರೂಪ ಮತ್ತು ರಸ, ಪೃಥ್ವೀ-ಶಬ್ದ, ಸ್ಪರ್ಶ, ರೂಪ, ರಸ ಮತ್ತು ಗಂಧ. ಹೀಗೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸ್ಥಿತಿಗಳಿಂದ ಸ್ಥೂಲವಸ್ತುಗಳುಂಟಾಗುವ ಬಗೆಯನ್ನೂ ಅವುಗಳಿಗೂ ಇಂದ್ರಿಯಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನೂ ಹೊಂದಿಸಲಾಗಿದೆ.

ವೈಶೇಷಿಕರು ಪಂಚಮಹಾಭೂತಗಳನ್ನು ಬೇರೊಂದು ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ವೈಶೇಷಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಪ್ರಪಂಚಜ್ಞಾನವನ್ನು ಆರು ಪದಾರ್ಥಗಳ ಜ್ಞಾನದ ಮುಖಾಂತರ ಪಡೆಯಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ (Substance) ಎಂಬುದು ಮೊದಲನೆಯದು. ಈ ದ್ರವ್ಯ ಒಂಭತ್ತು ಬಗೆಗಳಲ್ಲಿದೆ: (i) ಪೃಥ್ವೀ, (ii) ಅಪ್, (iii) ತೇಜಸ್, (iv) ವಾಯು, (v) ಆಕಾಶ (ಪಂಚಮಹಾಭೂತಗಳು), (vi) ದಿಕ್, (vii) ಕಾಲ, (viii) ಆತ್ಮ ಮತ್ತು (ix) ಮನಸ್.

ವೈಶೇಷಿಕ ದರ್ಶನವು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿರುವ ದ್ರವ್ಯದ ಕಲ್ಪನೆಯಲ್ಲಿ ನಾನಾ ಬಗೆಯ ಇಂದ್ರಿಯಾನುಭವ ವಸ್ತುಗಳು (ಸ್ಥೂಲರೂಪ), ಆಕಾಶ, ಕಾಲ ಮತ್ತು ದೇಶಗಳು (ವ್ಯಾಪಕ ಹಾಗೂ ಸಂಬಂಧ ಸೂಚಕ ತತ್ವಗಳು), ಆತ್ಮ (ಚೇತನ ರೂಪ) ಮತ್ತು ಮನಸ್ಸು (ಆತ್ಮದ ಅರಿವಿಗೆ ಪೋಷಕವಾಗುವ ಚಲನಾತ್ಮಕ ಸಾಧನ) ಸಮರ್ಪಕವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದನ್ನು ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು.

ವೈಶೇಷಿಕಹಾಗೂ ನ್ಯಾಯದರ್ಶನಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪನೆಯೊಂದನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿವೆ. ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ವೈಶೇಷಿಕರೇ ಪರಮಾಣುವಾದದ ಮೂಲ ಪುರುಷರು. ನ್ಯಾಯದರ್ಶನದ ಅನುಯಾಯಿಗಳು ಅದನ್ನು ತಮ್ಮ ವಾದ ಸರಣಿಯಿಂದ ಪೋಷಿಸಿದರು. ವೈಶೇಷಿಕ ಮತದಂತೆ, ಪಂಚಭೂತಗಳಲ್ಲಿ ಪೃಥ್ವೀ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್ ಮತ್ತು ವಾಯು-ಈ ನಾಲ್ಕು ಅಣುರೂಪದಲ್ಲಿ ನಿತ್ಯವಾಗಿವೆ. (ಈ ಅಣುಗಳನ್ನು ಪರಮಾಣುಗಳು ಎಂದು ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಕರೆದರು). ಪೃಥ್ವೀ ಪರಮಾಣು, ಅಪ್ ಪರಮಾಣು, ತೇಜಸ್ ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ವಾಯು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಆಯಾ ಭೂತಗಳು ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ. ಎಂದರೆ, ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳ ರೂಪ, ಗಾತ್ರ, ತೂಕಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದೊಂದು ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣುವಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ವಿಶೇಷ ಗುಣವಿದೆ. ಈ ಗುಣಗಳಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿ ಗುರುತಿಸಬಹುದು, ಅಷ್ಟೆ.

ಈ ಪರಮಾಣುವಿನ ಕಲ್ಪನೆಯು ಬಂದದ್ದು ಹೇಗೆ? ವಸ್ತುವನ್ನು ವಿಭಜನೆ ಮಾಡುತ್ತಾ ಹೋದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಸಾಧ್ಯತೆಗಳುಂಟು: ಈ ಕಾರ್ಯವು (i) ಅನಂತವಾಗಿ

ನಡೆಯುಬಹುದು, (ii) ಶೂನ್ಯತೆಯವರೆಗೂ ಆಗಬಹುದು, ಮತ್ತು (iii) ಇನ್ನು ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಬಹುದು. ಮೊದಲಿನ ಎರಡು ಸಾಧ್ಯತೆಗಳು ವಾಸ್ತವ ಜ್ಞಾನವನ್ನೇ ಎತ್ತಿಹಿಡಿಯುವ ನ್ಯಾಯ-ವೈಶೇಷಿಕರ ಮತಕ್ಕೆ ಅಸಮಂಜಸ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ಅವರು ಮೂರನೆಯ ಸಾಧ್ಯತೆಯೇ ಸರಿ ಎಂದು ಅನುಮಾನಿಸಿ, ವಸ್ತುವಿನ ಇನ್ನು ವಿಭಜಿಸಲಾಗದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಅಣು ಅಥವಾ ಪರಮಾಣು ಎಂದು ಕರೆದರು. ಈ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಪರಿಮಂಡಲ ರೂಪವಿದೆ, ಇವುಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಇಂದ್ರಿಯಗಳು ಗ್ರಹಿಸಲಾರವು, ಇವು ಅನಂತ, ನಿತ್ಯ; ಆದರೆ ಇವುಗಳಿಂದಾದ ಉತ್ಪನ್ನಗಳು ಅನಿತ್ಯ, ನಶಿಸಿ ಹೋಗುತ್ತವೆ ಎಂದು ಅವರ ಕಲ್ಪನೆ.

ಈ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ? ನ್ಯಾಯ-ವೈಶೇಷಿಕ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ, ಎರಡು ಸಜಾತೀಯ ಪರಮಾಣುಗಳು (ಉದಾ: ಎರಡು ಪೃಥ್ವೀ ಪರಮಾಣುಗಳು) ಚಲನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದು, ಆ ಕಾರಣವಾಗಿ ಪರಸ್ಪರ ಮಿಲನವಾಗಿ ಒಂದು ದ್ವ್ಯಣುಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಅನಂತರ ಮೂರು ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡು ಒಂದು ತ್ರ್ಯಣುಕ ಅಥವಾ ತ್ರಸರೇಣುವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣು ಮತ್ತು ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮ; ತ್ರಸರೇಣುವಾದರೋ ಸ್ಥೂಲರೂಪದ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲ ಸ್ಥಿತಿ. ಅದರ ಗಾತ್ರ ಬಿಸಿಲುಗೋಲಿನಲ್ಲಿ ಗೋಚರವಾಗುವ ಧೂಳುಕಣ ಅಥವಾ ರೇಣುವಿನಷ್ಟಿರಬಹುದು. ನಾಲ್ಕು ತ್ರಸರೇಣುಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ 'ಚತುರಣು'ವಾಗುತ್ತದೆ . . . ಹೀಗೆ ಸಂಲಗ್ನತ್ವ ಬೆಳೆದು ಸ್ಥೂಲವಸ್ತು ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ.

ಎಂದಮೇಲೆ, ಸೂಕ್ಷ್ಮತೆಯಿಂದ ಸ್ಥೂಲಪ್ರಮಾಣದ ಸರಣಿ ಹೀಗೆ: ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳು-ಒಂದು ದ್ವ್ಯಣುಕ, ಮೂರು ದ್ವ್ಯಣುಕ-ಒಂದು ತ್ರಸರೇಣು . . . ಆದರೆ, ಮೂರು ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳಲ್ಲಿ ಆರು ಪರಮಾಣುಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಆ ಆರು ಪರಮಾಣುಗಳು ನೇರವಾಗಿ ಒಂದು ತ್ರಸರೇಣುವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವವೋ ಎಂದರೆ, ಉತ್ತರ: ಇಲ್ಲ, ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಇದು ಕಾರ್ಯ-ಕಾರಣ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಅನುಸರಿದೆ. ಒಂದು ಕಾರಣ, ಇನ್ನೊಂದು ಅದರ ಪರಿಣಾಮ ರೂಪ-ಕಾರ್ಯ.

ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದ ಯಾವ ಬಗೆಯ ಸೃಷ್ಟಿಯೂ ಅಸಾಧ್ಯ. ಆದುದರಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಪರಮಾಣುಗಳು ಕಾರಣರೂಪ, ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಅವುಗಳ ಪರಿಣಾಮ. ದ್ವ್ಯಣುಕವೂ ಪರಮಾಣುವಿನಂತೆಯೇ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದದ್ದು. ಹಾಗಾದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತ ದ್ವ್ಯಣುಕದ ಪ್ರಮಾಣವು ಹೆಚ್ಚುವ ಬಗೆ ಹೇಗಿರಬೇಕು? ಇದು ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದಲೇ ಸಾಧ್ಯ. ಇದಿಷ್ಟೂ ತಾರ್ಕಿಕ ಆಲೋಚನೆ. ಎಂದರೆ ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಕನಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದು? ಅದು ಎರಡು. ಆದುದರಿಂದ ಎರಡು ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ದ್ವ್ಯಣುಕವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬೇಕು.

ದ್ವ್ಯಣುಕವು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಸ್ಥಿತಿ. ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದುದರಿಂದ ಅವುಗಳಿಗೆ ಗಾತ್ರವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವುಗಳಿಂದ ತ್ರ್ಯಣುಕವುಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ತ್ರ್ಯಣುಕವು ಸ್ಥೂಲ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಹೊಂದಬೇಕಾದರೆ, ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳ ಸಂಖ್ಯಾ ಬಹುತ್ವದಿಂದಲೇ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ನ್ಯಾಯವೈಶೇಷಿಕರ ಮತ. ಬಹುತ್ವದ ಕನಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆ ಮೂರು. ಆದುದರಿಂದ, ಮೂರು ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಕೂಡಿ ಒಂದು ತ್ರ್ಯಣುಕವಾಗಬೇಕು. ಸಂಖ್ಯಾಬಹುತ್ವವೇ ಕಾರಣವಾದಲ್ಲಿ ಆರು ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದಾಗಿ ಏಕೆ ತ್ರ್ಯಣುಕವನ್ನುಂಟುಮಾಡಬಾರದು? ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರ ಅಭಿಪ್ರಾಯದಂತೆ, ಪರಮಾಣು ಶಾಶ್ವತವಾದದ್ದು. ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಲೇ ನೇರವಾಗಿ ತ್ರ್ಯಣುಕದಂತಹ ಸ್ಥೂಲವಸ್ತು ನಿರ್ಮಾಣವಾದಲ್ಲಿ, ಅದೂ ಶಾಶ್ವತವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಅನುಭವದಲ್ಲಿ ಸ್ಥೂಲವಸ್ತುಗಳು ಅಶಾಶ್ವತ. ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳಿಂದ ತ್ರ್ಯಣುಕಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾದಲ್ಲಿ ಈ ಅಸಮಂಜಸತೆಯು ಉದ್ಭವಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳಿಂದಲೇ ಸ್ಥೂಲವಸ್ತು ಉಂಟಾಗಬೇಕು.

ಪೃಥ್ವೀ ಮುಂತಾದ ಸಜಾತೀಯ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಾದ ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳು ಸ್ಥೂಲವಸ್ತುವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದಲ್ಲಿ, ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಬಗೆಬಗೆಯ ವಸ್ತುಗಳು ಹೇಗೆ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವ ಪ್ರಶ್ನೆ ತಲೆದೋರುತ್ತದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ವಿವಿಧ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಏಕೆ ಇರಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನೂ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನೂ ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯದಲ್ಲಿ, ದ್ವ್ಯಣುಕಗಳ ವ್ಯೂಹ ಅಥವಾ ರಚನೆಯೇ ಈ ವೈವಿಧ್ಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಬಗೆಬಗೆಯ ರಚನೆಗಳಿಂದ ಬಗೆಬಗೆಯ ಸ್ಥೂಲವಸ್ತುಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ.

ಅಲ್ಲದೆ, ಒಂದು ಭೂತದ(ಉದಾ: ಪೃಥ್ವಿಯ) ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ, ಇನ್ನೊಂದು ಭೂತದ (ಉದಾ : ಅಪ್) ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಇದ್ದೇ ಇರಬೇಕು ಎಂದು ಅವರ ಮತ. ಇವು ನಿಮಿತ್ತಕಾರಣವಾಗಿದ್ದರೂ ಆವಶ್ಯಕ. ಹಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಕ್ರಮ ನಡೆಯಲಾರದು. ಆದುದರಿಂದ ಪೃಥ್ವೀಸಂಬಂಧ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಇತರ ಭೂತಾಂಶಗಳು ಇರಲು ಸಾಧ್ಯ. ಹೀಗಾಗಿ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಇತರ ಭೌತಾಂಶಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಇರಲು ಅವಕಾಶವಾಗುತ್ತದೆ.

ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರ ಪರಮಾಣುವಾದವು ತಾರ್ಕಿಕ ಚಿಂತನೆಯ ಪರಿಣಾಮ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು. ಇಂತಹ ತಾರ್ಕಿಕ ಆಲೋಚನೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅವರು ದಿವ್ಯಭಾವನೆಯನ್ನೇ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು. ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಾರಣವಾದದ್ದು ಅವುಗಳ ಆದಿಚಲನಸ್ಥಿತಿ. ಆದರೆ ಆದಿಚಲನೆಗೆ ಕಾರಣವಾವುದು? ಆ ಕಾರಣವನ್ನು 'ಅದೃಷ್ಟ' ಎಂದು ಕರೆದರು. ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಂಲಗ್ನತ್ವವು ಅದೃಷ್ಟದ ಆಣತಿಗೆ ಅಧೀನವಾಗಿದೆ; ಅದು ನಿರೀಶ್ವರವಾದವಲ್ಲ ಎಂದು ಅವರ ಮತ.

ನ್ಯಾಯ-ವೈಶೇಷಿಕರಂತೆಯೇ ಜೈನರೂ ಬೌದ್ಧರೂ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಪರಮಾಣು ವಾದವನ್ನು ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದರು. ಜೈನರ ಪ್ರಕಾರ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಜೀವ, ಅಜೀವ ಎಂದು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಅಜೀವವಾದವು ಪುದ್ಗಲ, ಧರ್ಮ, ಅಧರ್ಮ, ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ಕಾಲ: ಎಂದು ಐದು ಬಗೆಯವು. ಪುದ್ಗಲವು ಸ್ಥೂಲ. ಸ್ಥೂಲವಸ್ತುಗಳು ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಾಗಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಜೈನರ ಭಾವನೆ. ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಸ್ಕಂದವಾಗುತ್ತದೆ. ಪರಮಾಣುಗಳು ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸ್ನಿಗ್ಧ ಮತ್ತು ರೂಕ್ಷ್ಮ ಎಂಬ ಗುಣಗಳೇ ಕಾರಣ. ಈ ಗುಣಗಳು ಅಥವಾ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳು ತಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಪಡೆದಾಗ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಒಂದುಗೂಡುತ್ತವೆ. ವಸ್ತು ಶಾಶ್ವತವಾದದ್ದು ಎಂದು ಜೈನರು ನಂಬುವುದರಿಂದ, ಪರಮಾಣುಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಆದಿ, ಅಂತ್ಯವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ವಸ್ತುವಿನ ಒಂದು ಸ್ಥಿತಿ ಎಂದು ಅವರ ಭಾವನೆ. ಹೀಗೆ ಜೈನರ ಪರಮಾಣುವಾದವು ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರದಕ್ಕಿಂತ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನವಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಬೌದ್ಧರಲ್ಲಿ ಶೂನ್ಯವಾದಿಗಳೂ ಯೋಗಾಚಾರ ಮತಾನುಯಾಯಿಗಳೂ ವಸ್ತುವಿನ ನಿತ್ಯತೆಯನ್ನೇ ಒಪ್ಪುವುದಿಲ್ಲವಾದುದರಿಂದ, ಅವರು ಪರಮಾಣುವಾದ ವನ್ನು ಸಮರ್ಥಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಸರ್ವಾಸ್ತಿವಾದಿಗಳು ಪರಮಾಣು ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಪೃಥ್ವೀ, ಅಪ್, ತೇಜಸ್ ಮತ್ತು ವಾಯುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿ ದಂತೆ ನಾಲ್ಕುಬಗೆಯ ಮೂಲ ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ, ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಗುಣಗಳಾದ ಗಂಧ, ರಸ, ರೂಪ ಮತ್ತು ಸ್ಪರ್ಶಗಳೂ ಪರಮಾಣು ರೂಪವಾದವುಗಳೆಂದು ಅವರ ಮತ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗುಣ–ಪರಮಾಣು ನಾಲ್ಕು ಮೂಲಪರಮಾಣುಗಳೊಡನೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಬೌದ್ಧರು ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ಬಲವೂ ಉಂಟೆಂದು ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಉದಾ: ಪೃಥ್ವೀ ಪರಮಾಣು–ಹಿಮ್ಮೆಟ್ಟಿಸುವುದು; ಅಪ್ ಪರುಮಾಣು–ಆಕರ್ಷಣೆ; ತೇಜಸ್ ಪರಮಾಣು–ಶಾಖವುಳ್ಳದ್ದು; ವಾಯು ಪರಮಾಣು–ಚಲನಾತ್ಮಕ. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಬಲ ಅಥವಾ ಶಕ್ತಿಗಳು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ ಎಂದು ಅವರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಾದವು ತನ್ನದೇ ಆದ ಒಂದು ಸ್ಥಾನ ವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಗ್ರೀಕರಾದ ಲ್ಯೂಸಿಪ್ಪಸ್ ಮತ್ತು ಡೆಮಾಕ್ರಿಟಸ್ ಎಂಬುವರು (ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಐದನೆಯ ಶತಮಾನ) ಪರಮಾಣು ತತ್ವವೊಂದನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವೈಶೇಷಿಕ ಸೂತ್ರದ ಪ್ರವರ್ತಕನಾದ ಕಣಾದ ಋಷಿಯು (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಆರನೆಯ ಶತಮಾನ) ಪರಮಾಣುಗಳ ವಿಚಾರವನ್ನು ಸೂತ್ರಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದ್ದನು. ಎಂದಮೇಲೆ, ಭಾರತೀಯ ಪರಮಾಣುವಾದವು ಗ್ರೀಕರದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮುಂಚಿನದು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ವೈಶೇಷಿಕರ ಪರಮಾಣು

ವಾದಕ್ಕೂ ಗ್ರೀಕರದಕ್ಕೂ ಅನೇಕ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಿವೆ. ಗ್ರೀಕರು ಪರಮಾಣುಗಳು ತಮ್ಮ ಚಲನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದರು; ವೈಶೇಷಿಕ ರಂತೆ ಯಾವುದೊಂದು 'ಅದೃಷ್ಟ' ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಅವರು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ. ಆತ್ಮವೂ ಸಹ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದಾಗಿದೆ ಎಂದು ಅವರು ತಿಳಿದಿದ್ದರು; ವೈಶೇಷಿಕರು ಆರೀತಿ ಭಾವಿಸಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಗ್ರೀಕರು ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮೂಲವಾಗಿ ಒಂದೇ ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣು ಗಳು ಇವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸ್ಪರ ತೂಕ, ಗಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕಂಡರು. ವೈಶೇಷಿಕರಾದರೋ ನಾಲ್ಕು ಭೂತಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ನಾಲ್ಕು ಬಗೆಯ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವೈಶೇಷಿಕರ (ನ್ಯಾಯ-ವೈಶೇಷಿಕರ) ಪರಮಾಣುವಾದವು ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಪ್ರಶಸ್ತಪಾದ (ಕ್ರಿ.ಶ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನ), ಉದ್ಯೋತಕರ (ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನ), ವಾಚಸ್ಪತಿ ಮಿಶ್ರ (ಒಂಭತ್ತನೆಯ ಶತ ಮಾನ), ಶ್ರೀಧರ (ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ), ವ್ಯೋಮಶಿವಾಚಾರ್ಯ (ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ), ಶಿವಾದಿತ್ಯ (ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ), ಜಯಂತಭಟ್ಟ (ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಶತಮಾನ), ರಘುನಾಥಶಿರೋಮಣಿ (ಹದಿನೈದನೆಯ ಶತಮಾನ), ಶಂಕರಮಿಶ್ರ (ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನ) ಇವರು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಪರಮಾಣುತತ್ವದ ಪ್ರವರ್ತಕ ರಾಗಿದ್ದರು. ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೇದಾಂತಿ ಶಂಕರಾಚಾರ್ಯರು ಪರಮಾಣುವಾದವನ್ನು ವಿರೋಧಿಸಿದರು. ಆದರೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಾದವು ಪ್ರಮುಖ ತತ್ವ ಜಿಜ್ಞಾಸೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿ ಅನೇಕ ಮೇಧಾವಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆದಿದ್ದಿತು.

ಭಾರತೀಯ ತತ್ವಜ್ಞರು ದೇಶ-ಕಾಲಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಆಳವಾಗಿ ಚಿಂತನೆ ಮಾಡಿದ್ದರು. ದೇಶವು ಒಂದು ದ್ರವ್ಯ, ಕಾರಣರೂಪ ಎಂಬ ಹೊಸ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ವೊಂದನ್ನು ವೈಶೇಷಿಕರು ಮುಂದಿಟ್ಟರು. ದಿಕ್ಕುಗಳು, ಹಿಂದು-ಮುಂದು ಮುಂತಾದ ಭಾವನೆಗಳು ಕೇವಲ ವ್ಯಾವಹಾರಿಕ; ಅವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣರೂಪವಾದದ್ದು ಒಂದೇ ಒಂದು; ಅದು ದೇಶ. ನಮ್ಮ ಮನಸ್ಸು, ಇಂದ್ರಿಯಗಳನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ದೇಶಕ್ಕೆ ಸ್ವಂತ ಅಸ್ತಿತ್ವವುಂಟು. ಇದೇರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕಾಲವೂ ಸಹ ನಮ್ಮ ಸಾಧಾರಣ ಭಾವನೆ ಗಳಾದ ಮುಂಚೆ, ಹಿಂದಿನದು, ಗಂಟೆ, ಕ್ಷಣ, ಮಾಸ, ವರ್ಷ ಇತ್ಯಾದಿಗಳಿಗೆ ಆಧಾರವಾದದ್ದು. ದೇಶದಂತೆಯೇ ಕಾಲವೂ ಒಂದೇ ಒಂದು, ಅವಿಭಾಜ್ಯ. ಕಾಲ ವನ್ನು ಕ್ರಿಯೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಒಂದು ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗ, ಉದಾಹರಣೆಗೆ ವಸ್ತು ಬೀಳುತ್ತಿರುವಾಗ, ಅದು ವರ್ತಮಾನ ಕಾಲ; ಭೂತಕಾಲವು ಆ ಕ್ರಿಯೆಯು ನಡೆದುಹೋದ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತದೆ; ಭವಿಷ್ಯತ್ಕಾಲವು ಸಂಭವಿಸುವ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ವರ್ತಮಾನಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಭೂತ ಹಾಗೂ ಭವಿಷ್ಯತ್ಕಾಲಗಳು. ಇಂತಹ ಮಹತ್ತರ ಭಾವನೆ ಗಳನ್ನು ನ್ಯಾಯ-ವೈಶೇಷಿಕರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಜೈನರು ವರ್ತಮಾನ, ಭೂತ,

ಭವಿಷ್ಯತ್ಕಾಲಗಳನ್ನು ವ್ಯವಹಾರಕಾಲಗಳೆಂದೂ ಇವುಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾದ ಇಲ್ಲವೇ ಆಧಾರಭೂತವಾದ ನಿಶ್ಚಯಕಾಲ ಎಂಬುದೊಂದಿದೆ ಎಂದೂ ಭಾವಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ, ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರಂತೆ, ಜೈನರು ಕಾಲವು ಒಂದು, ಸರ್ವವ್ಯಾಪಿ ಎಂದು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅನುಭವಕ್ಕೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾದ ಕಾಲವಿದೆ ಎಂದೂ ಅಂತಿಮವಾಗಿ ಕಾಲವು ಅಣುರೂಪಿ ಎಂದೂ ಅವರು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ವಸ್ತುವಿನ ಗುಣಗಳ ಬಗೆಗೂ ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರು ನಿಶ್ಚಿತಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಗುರುತ್ವ, ದ್ರವತ್ವ, ಸ್ನಿಗ್ಧತ್ವ, ಸಂಯೋಗ, ವಿಭಾಗ, ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಸಂಖ್ಯೆ, ಸಂಸ್ಕಾರಪೃಥಕ್‌ತತ್ವ, ಪ್ರಯತ್ನ, ಮುಂತಾದ ೨೪ ಗುಣಗಳಿವೆ ಎಂದು ಅವರು ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ವಸ್ತುಗಳು ಬೀಳಲು ಗುರುತ್ವವು ಕಾರಣ, ದ್ರವಗಳು ಹರಿಯಲು ದ್ರವತ್ವವು ಕಾರಣ, ಹೀಗೆಂದು ಅವರು ಗುಣಗಳ ಸ್ವಭಾವವನ್ನೂ ಸಕಾರಣವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಂದ್ರಿಯಾನುಭವವಾಗುವ ರೂಪ, ರಸ, ಗಂಧ, ಸ್ಪರ್ಶ, ಶಬ್ದಗಳ ಬಗೆಗೂ ಅನೇಕ ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಚಲನೆಯನ್ನು ಉತ್ಕ್ಷೇಪಣ (ಮೇಲಕ್ಕೆ ಎಸೆಯುವುದು), ಅವಕ್ಷೇಪಣ (ಕೆಳಗೆ ಬರುವುದು), ಆಕುಂಚನ (ಸಂಕೋಚವಾಗುವುದು), ಪ್ರಸಾರಣ (ಹರಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು) ವಸ್ತುಗಮನ (ಅಲ್ಲಿ ಇಲ್ಲಿ ಚಲಿಸುವುದು)—ಹೀಗೆ ಐದು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದರ ಸ್ವರೂಪವನ್ನೂ ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕರು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ, ಕಾಲಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಚಲನೆಯು ಹೇಗೆ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ವೇಗೋತ್ಕರ್ಷವಾಗುವ ಬಗೆ, ಗುರುತ್ವಾಕರ್ಷಣದ ಬಲ ಮುಂತಾದವುಗಳ ಪರಿಮಾಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಅವರು ವಿವೇಚಿಸಲಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಅವುಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಚಲನೆಯ ರೀತಿಗಳನ್ನು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ತತ್ವಗಳಿಂದ ವಿವರಿಸುವ ಫಲವಾಗಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರವು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡಿತು. ಹೀಗಾದದ್ದು ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೪–೧೬ನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಈ ಬಗೆಯ ಪ್ರಭಾವದಿಂದ ಗ್ರೀಕ್‌ತತ್ವಜ್ಞ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ (ಕ್ರಿ. ಪೂ. ನಾಲ್ಕನೆ ಶತಮಾನ) ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಕುಸಿದುಬಿದ್ದುವು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸುಮಾರು ಸಾವಿರದ ಎಂಟುನೂರು ವರ್ಷಗಳಕಾಲ ಜನರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಸೆರೆಹಿಡಿದಿದ್ದ ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಹಾಗೂ ಅವನ ಅನುಯಾಯಿಗಳ ಚಲನಸಂಬಂಧ ಕಲ್ಪನೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಗೆಯ ಆಂತರಿಕ ಆಂದೋಳನವನ್ನೇ ಉಂಟುಮಾಡಿದುವು. ಇದರಿಂದ ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ, ಸಕಾರಣವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸಬಹುದಾದ, ವೀಕ್ಷಣೆಗೆ ನಿಲುಕುವ ಭಾವನೆಗಳು ತಾವಾಗಿಯೇ ರೂಪುಗೊಳ್ಳಲು ಸಹಾಯವಾಯಿತು. ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ವಿಜ್ಞಾನದ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಆದರೆ, ಅಂತಹ ಆಂತರಿಕ ಅಂದೋಳನ ಭಾರತೀಯ ಚಲನೆಯ

ಕಲ್ಪನೆಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಬರಲಿಲ್ಲ. ಅವು ಗಣಿತವತ್ತಾದ ಶಾಸ್ತ್ರರೂಪವನ್ನೂ ತಾಳಲು ಅವಕಾಶವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಗಣಿತಜ್ಞರಿಗೂ ನ್ಯಾಯ–ವೈಶೇಷಿಕ ತತ್ವಜ್ಞರಿಗೂ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಪರ್ಕ ಬೆಳೆಯಲಿಲ್ಲ. ಈ ಒಂದು ಅಂಶವನ್ನು ಭಾರತೀಯಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳುವಾಗ ಮರೆಯಬಾರದು.

ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ

ಭಾರತವು ತನ್ನದೇ ಆದ ವೈದ್ಯಕೀಯಭಾವನೆಗಳನ್ನೂ ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಬಹಳ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಪೋಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬಂದಿದೆ. ಚಿಕಿತ್ಸಾಕಲೆಯು ಉನ್ನತ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿತ್ತೆಂದು ತಿಳಿಸಲು ಅನೇಕ ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಆಧಾರಗಳಿವೆ. ವೈದ್ಯವು ಶಾಸ್ತ್ರ ರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿದ್ದು ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಆರು–ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ. ಆದರೂ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ವೈದ್ಯಕ್ರಮವು ಚಿಕಿತ್ಸಕರಿಗೆ ಪರಂಪರಾನು ಗತವಾಗಿ ಬಂದಿದ್ದಿತು. ವೈದಿಕಸಾಹಿತ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಥರ್ವವೇದವು ವೈದ್ಯದ ವಿಷಯ ಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಅಥರ್ವವೇದದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಯಕ್ಷಿಣೀ ವಿದ್ಯೆಯೂ ಜನಪ್ರಿಯ ವಾಗಿತ್ತು. ಯಂತ್ರ, ಮಂತ್ರ, ಇಂದ್ರಜಾಲ, ಅಭಿಚಾರ, ಮಾಯಾವಿದ್ಯೆಗಳಿಂದ ರೋಗಪರಿಹಾರ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಪೂಜಾರಿ–ವೈದ್ಯರು ಇದ್ದರು. ಇವರಲ್ಲದೆ, ಆ ಕಾಲ ದಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಮೂಲಿಕೆಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ರೋಗಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಮಾಡ ಬಲ್ಲ ಅನೇಕ ವೈದ್ಯರೂ ಇದ್ದರೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಅಥರ್ವವೇದದಲ್ಲಿ ಆಧಾರಗಳಿವೆ. ಅಥರ್ವವೇದದ ಒಂದು ಸೂಕ್ತದಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ಅಸ್ಥಿಪಂಜರದ ಅನೇಕ ಭಾಗಗಳ ವರ್ಣನೆಯೂ ಇದೆ. ಮುಂದೆ ಆಯುರ್ವೇದ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಧಮನಿ ಗಳು, ಸಿರೆಗಳು, ಪ್ರಾಣ, ಅಪಾನ, ವ್ಯಾನ, ಸಮಾನವಾಯುಗಳ ವಿಚಾರ, ಓಜಸ್ಸಿನ ವಿಷಯ–ಇವೇ ಮೊದಲಾದವು ಅಥರ್ವವೇದದ ಹಲವಾರು ಸೂಕ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ.

ಆಯುರ್ವೇದವು ಅಥರ್ವವೇದದ ಉಪಾಂಗ (ಸುಶ್ರುತನು ತಿಳಿಸುವಂತೆ) ಅಥವಾ ಉಪವೇದ (ವಾಗ್ಭಟನು ಹೇಳುವಂತೆ) ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅದರ ಮೂಲವು ದೇವಸಂಬಂಧವಾದುದು (ಬ್ರಹ್ಮನಿಂದ ಆರಂಭವಾಗುತ್ತದೆ) ಎಂದು ಭಾರತೀಯರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಮತದಂತೆ, ದೇವೇಂದ್ರನು ಚಿಕಿತ್ಸಾವಿದ್ಯೆಯನ್ನು ಆತ್ರೇಯಋಷಿಗೂ ಶಲ್ಯವಿದ್ಯೆಯನ್ನು ಧನ್ವಂತರಿಗೂ ತಿಳಿಸಿದ ನಂತೆ. ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ಚಿಕಿತ್ಸಾಕ್ರಮವೇ ಪ್ರಧಾನವಾದ ಆತ್ರೇಯ ಮತವೂ ಶಲ್ಯ ವಿದ್ಯೆಯೇ ಪ್ರಧಾನವಾದ ಧನ್ವಂತರಿಮತವೂ ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಚರಣೆ ಯಲ್ಲಿದ್ದವು ಎಂಬುದನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಆತ್ರೇಯಮತವನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿರುವ ಚರಕಸಂಹಿತೆಯೂ ಧನ್ವಂತರಿ ಮತವನ್ನು ಅನುಸರಿಸುವ ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಯೂ ಆಯುರ್ವೇದದ ಪ್ರಧಾನಗ್ರಂಥಗಳು. ಆಯುರ್ವೇದವು ಈ ರೀತಿ

ಸಂಹಿತ ರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿದುದರ ಬಗೆಗೆ ಅನೇಕ ವಿವರಣೆಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

ಆಯುರ್ವೇದವು ಕಾಯ ಚಿಕಿತ್ಸಾ, ಶಲ್ಯ, ಶಾಲಾಕ್ಯ, ಕೌಮಾರಭೃತ್ಯ, ಅಗದತನ್ತ್ರ, ಭೂತವಿದ್ಯಾ, ರಸಾಯನ ಮತ್ತು ವಾಜೀಕರಣ ಎಂಬ ಎಂಟು ವಿಭಾಗ (ಅಷ್ಟಾಂಗಗಳು) ಗಳಾಗಿದೆ. ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಂಗಕ್ಕೂ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ತಂತ್ರಗಳು ಇದ್ದುವೆಂದು ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಚರಕ, ಭೇಡ, ಜತುಕರ್ಣ, ಹಾರೀತ, ಕ್ಷಾರಪಾಣಿ, ಪರಾಶರ, ಸುಶ್ರುತ, ಪುಷ್ಕಲಾವತ, ವೈತರಣ, ಭಾಲುಕಿ, ಖರನಾದ, ನಿಮಿ, ಕಾಶ್ಯಪ ಮೊದಲಾದ ತಂತ್ರಗಳು ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದುವು ಎಂದು ನಂಬಲಾಗಿದೆ. ಈಗ ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ, ಹಾರೀತ ಸಂಹಿತೆಗಳೂ ಶಿಥಿಲಗಳಾದ ಭೇಡ, ಕಾಶ್ಯಪ ಸಂಹಿತೆಗಳೂ ಉಳಿದು ಬಂದಿವೆ. ಈ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಆಯುರ್ವೇದ ಪಾರಂಗತರಲ್ಲಿ ಭಿನ್ನಾಭಿಪ್ರಾಯಗಳೂ ಇವೆ. ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಗಳು ಆಯುರ್ವೇದದ ಪ್ರಮುಖ ಗ್ರಂಥಗಳೆಂಬುದು ನಿರ್ವಿವಾದವಾದದ್ದು. ಈ ಗ್ರಂಥಗಳ ಕಾಲ ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ.ಪೂ. ಆರನೆಯ ಶತಮಾನ. ಇವುಗಳ ಕಾಲದ ವಿಚಾರವಾಗಿಯೂ ಒಮ್ಮತವಿಲ್ಲ.

ಮನುಷ್ಯನ ಶರೀರವು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾದದ್ದೆಂದು ಭಾರತೀಯರ ಭಾವನೆ. ಅದು ಧರ್ಮಾಚರಣೆಗೂ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗೂ ಸಾಧನ, ಪರಮಾತ್ಮನ ಅನುಭೂತಿಗೂ ಆಧಾರ ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆಗಳೂ ಇವೆ. ಶರೀರ, ಇಂದ್ರಿಯ, ಮನಸ್ಸು, ಕರ್ಮ ಪುರುಷ–ಇವು ಪರಸ್ಪರ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವ ಕಾಲಪರಿಮಿತಿಗೆ ಆಯುಸ್ಸೆಂದು ಹೆಸರು. ಶರೀರ, ಇಂದ್ರಿಯಗಳು ಪಂಚಭೂತಾತ್ಮಕ. ಪಂಚಭೂತ, ಆತ್ಮಗಳ ಸಂಯೋಗವೇ ಕರ್ಮಪುರುಷ. ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಅಧಿಕರಣಭೂತನಾಗುವುದು ಈ ಕರ್ಮ ಪುರುಷನೇ. ಈ ಕಲ್ಪನೆಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿ ಆಯುರ್ವೇದವು ಶರೀರ ಸ್ವಾಸ್ಥ್ಯವನ್ನು ಪೋಷಿಸುವ ಬಗೆಗಳನ್ನು ವಿಧಿವತ್ತಾಗಿ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ.

ಪಾಂಚಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಯು ಆಯುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯಗಳೂ ಈ ಪಂಚಭೂತಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡುವುದರಿಂದ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವ ಭೂತದ ಅಂಶವು ಅಧಿಕಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರುತ್ತದೆಯೋ ಅಂತಹ ದ್ರವ್ಯಕ್ಕೆ ಆಯಾಭೂತದ ದ್ರವ್ಯ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಎಂದರೆ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಪಾರ್ಥಿವ ದ್ರವ್ಯ, ಆಪ್ಯದ್ರವ್ಯ, ತೈಜಸದ್ರವ್ಯ, ವಾಯುವ್ಯದ್ರವ್ಯ ಮತ್ತು ಆಕಾಶೀಯದ್ರವ್ಯ ಎಂದು ಐದು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಬಹುದು. ಪಂಚಭೂತಾತ್ಮಕವಾದ ಎಲ್ಲ ದ್ರವ್ಯಗಳೂ ಪಂಚಭೂತಾತ್ಮಕವಾದ ಶರೀರದ ವ್ಯಾಧಿ ನಿವಾರಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗ ವಾಗುತ್ತವೆ.

ಆಯುರ್ವೇದದ ಪ್ರಧಾನಕಲ್ಪನೆ ವಾತ, ಪಿತ್ತ ಮತ್ತು ಕಫಗಳೆಂಬ ತ್ರಿಧಾತು ಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದೆ. ಇವು ಸಾಮರಸ್ಯದಿಂದ ಇದ್ದರೆ, ಮೂರು ಕಂಭಗಳು

ಮನೆಯೊಂದರ ಭಾರವನ್ನು ಧರಿಸುವಂತೆಯೇ, ಶರೀರಧಾರಣೆ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇವು ದುಷ್ಟಗೊಂಡರೆ, ಎಂದರೆ ಸಾಮರಸ್ಯವಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ತ್ರಿದೋಷಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೂ ಪಂಚಭೂತಗಳಿಗೂ ಅನ್ವಯವಿದೆ. ಆಕಾಶ ಮತ್ತು ವಾಯುಭೂತಗಳು ವಾತವನ್ನೂ ಅಗ್ನಿಯು ಪಿತ್ತವನ್ನೂ ಅಪ್ ಮತ್ತು ಪೃಥ್ವೀ ಭೂತಗಳು ಕಫವನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆಯುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ವಾತ ಪಿತ್ತ ಕಫಗಳು ಶರೀರೋತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಕಾರಣಗಳೆಂದೂ ಭಾವಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅವು ಶರೀರವನ್ನೆಲ್ಲಾ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿರುವ ಕೆಲವು ಸ್ಥಾನಗಳು ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಉಂಟು.

ವಾತ ಅಥವಾ ವಾಯುವು ಪ್ರಾಣ (ಜಠರವನ್ನು ಆಹಾರದಿಂದ ತುಂಬಿಸುವುದು), ಉದಾನ (ಇಂದ್ರಿಯಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಪೋಷಿಸುವುದು), ಸಮಾನ (ರಸ, ಮಲ, ಮೂತ್ರಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯೇಕಿಸುವುದು), ವ್ಯಾನ (ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಚಲನೆಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು), ಮತ್ತು ಅಪಾನ (ಶುಕ್ರ, ಮೂತ್ರ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಧಾರಣೆಯಾಗುವಂತೆಯೂ ವಿಸರ್ಜನೆಯಾಗುವಂತೆಯೂ ಮಾಡುವುದು) ಎಂದು ಐದು ಪ್ರಕಾರವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಪಿತ್ತವೂ ಸಹ ಐದು ರೀತಿಯದು: ರಸಧಾತುವಿಗೆ ಕೆಂಪುಬಣ್ಣವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ರಂಜಕ ಪಿತ್ತ, ಇಂದ್ರಿಯಾರ್ಥಜ್ಞಾನ ಸಾಧಕವಾದದ್ದು ಸಾಧಕ ಪಿತ್ತ, ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಆಲೋಚಕ, ಶಾಖವನ್ನೂ ಹೊಳಪನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಭ್ರಾಜಕ ಮತ್ತು ಆಹಾರವನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಕಮಾಡುವ ಪಾಚಕ. ಕಫವೂ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯಭೇದಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ಶ್ಲೇಷಕ, ಕ್ಲೇದಕ, ಬೋಧಕ, ತರ್ಪಕ ಮತ್ತು ಅವಲಂಬಕಗಳೆಂದು ಐದು ವಿಧಗಳಾಗಿ ಪರಿಗಣಿತವಾಗಿದೆ.

ಆಯುರ್ವೇದದ ಪ್ರಕಾರ, ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಆಹಾರದ್ರವ್ಯಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಪಾಕವಾಗಿ, ಸಾರಭೂತವಾದ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಸ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಪರಿಣಾಮಗೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ರಸಕ್ಕೆ ಹೃದಯವೇ ಆಧಾರಸ್ಥಾನ. ಇದು ಶರೀರದಲ್ಲೆಲ್ಲ ಸಂಚರಿಸುತ್ತ ಎಲ್ಲ ಭಾಗಗಳಿಗೂ ಆವಶ್ಯಕವಾದವುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಸಂತೃಪ್ತಿಗೊಳಿಸಿ ದೇಹಧಾರಣೆ ಮಾಡುವ ಪೋಷಕದ್ರವ್ಯ. ಈ ರಸಧಾತು ಪಂಚಭೂತಾತ್ಮಕವಾದದ್ದು, ಮಧುರ, ಆಮ್ಲ, ಲವಣ, ತಿಕ್ತ, ಕಟು ಮತ್ತು ಕಷಾಯಗಳೆಂಬ ಷಡ್ರಸಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ್ದು ಹಾಗೂ ವೀರ್ಯವತ್ತಾದದ್ದು. ಅಪ್ ರೂಪದಲ್ಲಿರುವ ರಸವು ಯಕೃತ್ ಮತ್ತು ಪ್ಲೀಹಗಳನ್ನು ಪ್ರವೇಶಿಸಿ, ರಂಜಕಪಿತ್ತದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣಕ್ಕೆ ತಿರುಗಿ ರಕ್ತವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ರಕ್ತವೂ ಒಂದು ಧಾತು. ರಕ್ತಧಾತುವಿನಿಂದ ಮಾಂಸಧಾತುವೂ, ಮಾಂಸಧಾತುವಿನಿಂದ ಮೇದಸ್ಸುಧಾತುವೂ ಮೇದಸ್ಸು ಧಾತುವಿನಿಂದ ಅಸ್ಥಿಧಾತುವೂ, ಅಸ್ಥಿಧಾತುವಿನಿಂದ ಮಜ್ಜೆಧಾತುವೂ, ಮಜ್ಜೆಧಾತುವಿನಿಂದ ಶುಕ್ರಧಾತುವೂ ಪರಿಣಾಮಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆಹಾರವು ಪಾಕಗೊಂಡು ರಸಧಾತುವಾಗಲು ಕಾರಣ ಜಾಠರಾಗ್ನಿ ಎಂಬುದು. ರಸಧಾತುವಿನಿಂದ

ರಕ್ತ, ಮಾಂಸ, ಮೇದಸ್ಸು, ಅಸ್ಥಿ, ಮಜ್ಜೆ ಮತ್ತು ಶುಕ್ರಧಾತುಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗಲು ಕಾರಣ ಆಯಾ ಧಾತ್ವಗ್ನಿಗಳು. ಪಂಚಭೂತಾತ್ಮಕ ಆಹಾರವು ಮೊದಲು ಆಯಾ ಭೂತಾಗ್ನಿಯಿಂದ ಪಾಕವಾಗುತ್ತದೆ. ಜಾಠರಾಗ್ನಿ, ಭೂತಾಗ್ನಿ ಮತ್ತು ಧಾತ್ವಗ್ನಿಗಳಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ಸಂಬಂಧವಿದೆ. ಹೀಗೆ ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಪಾಕಕ್ರಿಯೆ ನಡೆಯುವುದು ಅಗ್ನಿವಿಶೇಷಗಳಿಂದ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆಯುರ್ವೇದವು ಶರೀರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಆಹಾರ ಪಚನಕ್ರಿಯೆಯನ್ನೂ ದೇಹಪೋಷಣೆಯನ್ನೂ ಸಕಾರಣವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದೆ.

ರಸವೇ ಮೊದಲಾದ ಧಾತುಗಳು ಒಂದಾದಮೇಲೊಂದು ಪರಿಣಾಮ ಹೊಂದುವಾಗ ಸ್ಥೂಲಾಂಶ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಾಂಶ ಮತ್ತು ಮಲಾಂಶ ಎಂಬ ಮೂರು ರೂಪಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಕ್ರಮವಾಗಿ ತಾಳುತ್ತವೆ. ಹೇಗೆಂದರೆ:

ಅನ್ನರಸ

ರಸ (ಸ್ಥೂಲ) | ರಕ್ತ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಕಫ (ಮಲ)

ರಕ್ತ (ಸ್ಥೂಲ) | ಮಾಂಸ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಪಿತ್ತ (ಮಲ)

ಮಾಂಸ (ಸ್ಥೂಲ) | ಮೇದಸ್ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಸಿಂಬಳ, ಗುಗ್ಗೆ ಇತ್ಯಾದಿ (ಮಲ)

ಮೇದಸ್ (ಸ್ಥೂಲ) | ಅಸ್ಥಿ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಬೆವರು ಇತ್ಯಾದಿ (ಮಲ)

ಅಸ್ಥಿ (ಸ್ಥೂಲ) | ಮಜ್ಜ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಕೂದಲು, ಉಗುರು (ಮಲ)

ಮಜ್ಜ (ಸ್ಥೂಲ) | ಶುಕ್ರ (ಸೂಕ್ಷ್ಮ) | ಪಿಸುರು, ಚರ್ಮದಮೇಲೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವ ಕಲ್ಮಷ, ಇತ್ಯಾದಿ

ಶುಕ್ರವು ಓಜಸ್ ಎಂಬ ಸೂಕ್ಷ್ಮರೂಪವನ್ನು ಅನಂತರ ತಾಳುತ್ತದೆ. ಓಜಸ್ ಎಲ್ಲದರ ಸಾರ.

ರಸಧಾತುವು ಇತರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ೩೦೧೫ ಕಲಾ ಕಾಲದಷ್ಟು ಇದ್ದು ಒಂದು ತಿಂಗಳಿನಲ್ಲಿ ಪುರುಷರಲ್ಲಿ ಶುಕ್ರಧಾತುವಾಗಿ ಪರಿಣಾಮಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ, ಅಂತೆಯೇ ಅದು ಸ್ತ್ರೀಯರಲ್ಲಿ ಆರ್ತವವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಕೆಲವರು ಆಯುರ್ವೇದ ಪಂಡಿತರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ.

ರಸಧಾತುವಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಆಯುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೊಂದು ಕಲ್ಪನೆ ಇದೆ. ಅದು ಷಡ್ರಸಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟದ್ದು. ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ, ಅಪ್‌ಭೂತವನ್ನು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಒಳಗೊಂಡಿರುವ ರಸವು ಪೃಥಿವೀ ಮುಂತಾದ ಇತರ ಭೂತಾತ್ಮಕ ದ್ರವ್ಯಗಳೊಡನೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು, ವಿದಗ್ಧವಾಗಿ ಮಧುರ, ಆಮ್ಲ, ಲವಣ, ಕಟು, ತಿಕ್ತ, ಕಷಾಯಗಳೆಂಬ ಆರು ರಸಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಪೃಥ್ವೀ-ಅಪ್ ಅಂಶಗಳು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಮಧುರ ರಸವೂ, ಪೃಥಿವೀ-ತೇಜಸ್ ಅಂಶಗಳು ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೆ ಆಮ್ಲವೂ, ಅಪ್-ತೇಜಸ್‌ಗಳ ಆಧಿಕ್ಯದಿಂದ ಲವಣವೂ, ವಾಯು-ತೇಜಸ್‌ಗಳ ಹೆಚ್ಚಳದಿಂದ ಕಟುವೂ, ವಾಯು-ಆಕಾಶಗಳ ಆಧಿಕ್ಯದಿಂದ ಕಷಾಯವೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮಧುರ, ಆಮ್ಲ ಮತ್ತು ಲವಣರಸಗಳು ವಾತಹರ; ಮಧುರ, ತಿಕ್ತ ಮತ್ತು ಕಷಾಯಗಳು ಪಿತ್ತಹರ; ಕಟು, ತಿಕ್ತ ಮತು ಕಷಾಯಗಳು ಕಫಹರ. ಈ ರಸಗಳು ಯಾವ ಭೂತಗಳಿಂದ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುವೋ ಆ ಭೂತಾಂಶಗಳನ್ನೇ ವೃದ್ಧಿಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ರಸಗಳನ್ನು ಸೌಮ್ಯ, ಆಗ್ನೇಯಗಳೆಂದೂ ವಿಭಾಗಿಸುವುದುಂಟು. ಮಧುರ, ತಿಕ್ತ ಮತ್ತು ಕಷಾಯಗಳು ಸೌಮ್ಯಗುಣವುಳ್ಳವು; ಉಳಿದವು ಆಗ್ನೇಯಗಳು. ಮೊದಲನೆಯ ಗುಂಪಿನವು ಶೀತವೀರ್ಯವುಳ್ಳವೆಂದೂ ಎರಡನೆಯವು ಉಷ್ಣವೀರ್ಯವುಳ್ಳವೆಂದೂ ಕೆಲವರು ಆಯುರ್ವೇದ ಪಂಡಿತರು ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಆಯುರ್ವೇದ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯ, ರಸ, ಗುಣ, ವೀರ್ಯ ಮತ್ತು ವಿಪಾಕ ಎಂಬ ಐದು ಕಲ್ಪನೆಗಳ ವಿಚಾರವು ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ದ್ರವ್ಯವೇ ಪ್ರಧಾನವಾದುದೆಂದು ಕೆಲವರೂ ರಸವೇ ಮಹತ್ವವಾದುದೆಂದು ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರೂ ತಿಳಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇನ್ನೂ ಕೆಲವರು ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ವೀರ್ಯವೇ ಮುಖ್ಯವಾದುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಡುತ್ತಾರೆ. ಪಂಚಮಹಾ ಭೂತಾಂಶಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ಬಗೆಬಗೆ ದ್ರವ್ಯಗಳ ರಚನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ವಿವಿಧ ಗುಣಗಳು ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಆಶ್ರಯಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ದ್ರವ್ಯ ಶಕ್ತಿಯೇ ಗುಣ. ಗುಣಗಳು ೨೦ ಬಗೆಯವು; ಗುರು, ಲಘು, ಶೀತ, ಉಷ್ಣ, ಸ್ನಿಗ್ಧ, ರೂಕ್ಷ, ಮಂದ, ತೀಕ್ಷ್ಣ, ಸ್ಥಿರ, ಸಾರ, ಮೃದು, ಕಠಿನ, ವಿಶದ, ಪಿಚ್ಛಿಲ, ಶ್ಲಕ್ಷ್ಣ, ಕ್ಷಾರ, ಸ್ಥೂಲ, ಸೂಕ್ಷ್ಮ, ಸಾಂದ್ರ ಮತ್ತು ದ್ರವ. ನಾವು ಸೇವಿಸುವ ಆಹಾರ ಹಾಗೂ ಔಷಧ ದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಈ

ಗುಣಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಂಗಡಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಶರೀರಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಗುಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಅವು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವ ಆಹಾರ ಇಲ್ಲವೇ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಬೇಕು. ಈ ಇಪ್ಪತ್ತು ಗುಣಗಳಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣ ಮತ್ತು ಶೀತ ಗುಣಗಳ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಆಯುರ್ವೇದ ಪರಿಣತರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಗಮನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ವೀರ್ಯವೆಂದರೆ ಕ್ರಿಯೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುಲು ಯೋಗ್ಯವಾದ ಶಕ್ತಿ. ಶರೀರದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ವೀರ್ಯವು ಸಾಧನವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ವೀರ್ಯವನ್ನು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಶೀತ, ಉಷ್ಣ ಎಂಬೆರಡು ಬಗೆಗಳಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸುತ್ತಾರೆ. ಉಷ್ಣ ವೀರ್ಯವು ಭ್ರಮಣ, ಹಸಿವು, ಬಾಯಾರಿಕೆ, ಗ್ಲಾನಿ, ಬೆವರು, ಶೀಘ್ರಪಚನ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನೂ ಶೀತವೀರ್ಯವು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಸಂತೋಷ, ದೇಹಬಲ, ರಕ್ತವೃದ್ಧಿ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುತ್ತವೆ. ವಿಪಾಕವು ಜಾಠರಾಗ್ನಿ, ಭೂತಾಗ್ನಿ, ಧಾತ್ವಗ್ನಿಗಳ ಮೂಲಕ ಆಹಾರವು ಸರಿಯಾಗಿ ಜೀರ್ಣವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಆಹಾರದ್ರವ್ಯವು ಜಾಠರಾಗ್ನಿಯ ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ ಒಳಗಾಗಿ ಮಧುರ, ಆಮ್ಲ, ಕಟು ಎಂಬ ಮೂರು ಪಾಕಗಳಾಗಿ ಮೊದಲು ಪರಿಣಾಮಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಅವಸ್ಥಾಪಾಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅವಸ್ಥಾಪಾಕದಿಂದ ಮುಂದೆ ರಸವು ರಕ್ತ ಮುಂತಾದ ಇತರ ಧಾತುಗಳಾಗಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಇತರ ಧಾತುಗಳುರೂಪುಗೊಳ್ಳುವಾಗ ನಡೆಯುವ ಪಾಕಕ್ಕೆ ನಿಷ್ಠಾಪಾಕ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೀಗೆ ಪಾಕ, ವಿಪಾಕಗಳು ನಾವು ಸೇವಿಸಿದ ಆಹಾರದ್ರವ್ಯವು ಶರೀರಗತವಾಗಿ ದೇಹಪೋಷಣೆಯನ್ನು ಮಾಡುವ ಕ್ರಿಯೆಗಳು. ಆಹಾರವು ಸರಿಯಾಗಿ ಪಾಕವಾಗದಿದ್ದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಸಾಮ (ಆಮ ಸಹಿತವಾದದ್ದು) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅದರಲ್ಲಿ ದೋಷಯುಕ್ತ ಧಾತುಗಳೂ ಮಲಗಳೂ ಕೂಡಿಕೊಂಡು ಇರುತ್ತವೆ. ಎಂದರೆ ಆಮವು ಅಪಕ್ವವಾದ ಆಹಾರ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಳಗೊಂಡಿರುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದ ಅನೇಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳು ಬರಲು ಅವಕಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಸಾಮವನ್ನು ರಸಾದಿ ಧಾತುಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಇಚ್ಛಿಸುವುದಿಲ್ಲವಾದ್ದರಿಂದ ದೇಹ ಪೋಷಣೆಯು ಕುಂಠಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ರಸದ್ರವ್ಯಗಳು ದೇಹದಲ್ಲಿ ಹೇಗೆ ಸಂಚಾರ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂಬುದರ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಆಯುರ್ವೇದ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಈ ದ್ರವ್ಯಗಳು ಧಮನಿ, ಸಿರೆ, ಸ್ರೋತಸ್ ಎಂಬ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಬಗೆಯ ವಾಹಿನಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಧಮನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು; ಹೃದಯವೇ ಅವುಗಳಿಗೆ ಮೂಲ ಸ್ಥಾನ. ಹೃದಯದಿಂದ ಮೇಲು ಮುಖವಾಗಿ ಹತ್ತೂ ಕೆಳಮುಖವಾಗಿ ಹತ್ತೂ ಅಡ್ಡಡ್ಡವಾಗಿ ನಾಲ್ಕು ಧಮನಿಗಳೂ ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ರಸವು ಶರೀರಾದ್ಯಂತ ಸಂಚರಿಸಿ ದೇಹಪೋಷಣೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುತ್ತದೆ. ಧಮನಿಗಳು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತವೆ. ಸಿರೆಗಳು ಸ್ಪಂದಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಶರೀರದಲ್ಲಿ

ಸಿರೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಏಳುನೂರು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ವಾತವಾಹಿನಿಗಳು (ಹತ್ತು), ಪಿತ್ತ ವಾಹಿನಿಗಳು (ಹತ್ತು), ಕಫ ವಾಹಿನಿಗಳು (ಹತ್ತು) ಮತ್ತು ರಕ್ತವಾಹಿನಿಗಳು (ಹತ್ತು) ಎಂದು ನಲವತ್ತು ಮೂಲ ಸಿರೆಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದೂ ಮತ್ತೆ ನೂರ ಎಪ್ಪತ್ತೈದು ಸಿರೆಗಳಾಗಿ ಎಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮನಾಳಗಳಂತೆ ಹರಡಿ ಕೊಂಡಿರುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಸಿರೆಗಳು ವಾತ, ಪಿತ್ತ, ಕಫ–ಈ ಮೂರನ್ನೂ ಸಹ ವಹಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಸ್ರೋತಸ್‌ಗಳು ಸೂಕ್ಷ್ಮನಾಳಗಳಾಗಿದ್ದು ಧಮನಿ ಗಳಿಗೂ ಸಿರೆಗಳಿಗೂ ನಡುವಣ ವಾಹಕಗಳಂತೆ ಶರೀರವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುತ್ತವೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಿರೆಗಳು ವಾತ, ಪಿತ್ತ, ಕಫ ದೋಷಗಳನ್ನೂ ಸ್ರೋತಸ್ ಧಮನಿ ಗಳು ರಸ ಹಾಗೂ ರಕ್ತಯುತ ಧಾತುಗಳನ್ನೂ ವಹನಮಾಡುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ರಸಗಳ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾವುದು? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಆಯುರ್ವೇದ ಪರಿಣತರು ಉತ್ತರವಾಗಿ, ಅದು ಅವರವರ ಕರ್ಮಫಲಕ್ಕೆ ತಕ್ಕನಾಗಿರುತ್ತದೆ ಎಂದು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಾಯುವೂ ಸಹ ಇವುಗಳ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದೂ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯರಲ್ಲಿ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕರು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಒಂದು ಗೌರವ ಯುತ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಯಲ್ಲಿ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ವಿಸ್ತಾರ ವಿವರಣೆ ಇದೆ. ಸುಶ್ರುತನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಮಹರ್ಷಿ ಎಂದು ಪ್ರಖ್ಯಾತ ನಾಗಿದ್ದನು. ಮನಸ್ಸನ್ನು ಬಾಧಿಸುವ ವಿಷಯಗಳಿಗೂ ಶರೀರವನ್ನು ಕಾಡುವ ವಸ್ತುವಿಶೇಷಗಳಿಗೂ ಶಲ್ಯಗಳೆಂದು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಹೆಸರು. ಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಶರೀರದಿಂದ ಹೊರತೆಗೆಯಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ಸಾಧನಗಳಿಗೆ ಯಂತ್ರಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಯಂತ್ರಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೦೧. ಅವು ಆರು ವಿಧಗಳಾಗಿರುತ್ತವೆ: ಸ್ವಸ್ತಿಕ (೨೪), ಸಂದಂಶ (೨), ತಾಳ (೨), ನಾಡೀ (೨೦), ಶಲಾಕ (೨೮) ಮತ್ತು ಉಪಯಂತ್ರಗಳು (೨೫). ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಪಂಚ ಲೋಹ ಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ, ಸಮಯಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ, ಬಿದುರು, ಕೊಂಬು, ಮರಗಳ ತೊಗಟೆ, ಹುಲ್ಲು, ಕಲ್ಲು ಮುಂತಾದವುಗಳಿಂದಲೂ ಅವು ಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಸ್ವಸ್ತಿಕ ಯಂತ್ರಗಳು ಸಿಂಹ, ಹುಲಿ, ಚಿರತೆ, ಕಾಗೆ, ಹದ್ದು ಮುಂತಾದ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಮುಖಾಕಾರವಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದುವು. ಸಂದಂಶಗಳು ಇಕ್ಕಳ, ಚಿಮುಟಗಳಂತಹವು. ತಾಳಯಂತ್ರವು ಮೀನಿನ ಗಂಟಲಿನ ಆಕಾರ ವಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದಿತು. ನಾಡೀ ಯಂತ್ರಗಳು ನಳಿಕಾಕಾರ. ಶಲಾಕಾಯಂತ್ರಗಳು ದಪ್ಪವಾಗಿಯೂ ಉದ್ದವಾಗಿಯೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತಿದ್ದುವು. ಹಗ್ಗ, ಹುರಿ, ಚಕ್ಕಳ, ಬಟ್ಟೆ, ಕ್ಷಾರ, ಅಗ್ನಿ, ಹತ್ತಿ, ಅರೆಯುವ ಸಾಧನ ಮುಂತಾದವು ಉಪ ಯಂತ್ರಗಳು. ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕನ ಹಸ್ತವೇ ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರಧಾನ ವಾದುದು ಎಂದು ಸುಶ್ರುತನ ಮತ.



ಭಾರತೀಯ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕರು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ಯಂತ್ರಗಳು

ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಯಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತನಾಲ್ಕು ಯಂತ್ರಕರ್ಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಶಲ್ಯಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಾಡಿಸಿ ಹೊರತೆಗೆಯುವುದು; ತೈಲ, ಕಷಾಯಗಳನ್ನು ತುಂಬುವುದು; ಕೀವನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದು ಮುಂತಾದ ಕರ್ಮಗಳ ವಿವರಣೆಯು ಇದೆ. ಶಸ್ತ್ರ ಕರ್ಮಗಳು ಎಂಟು ವಿಧ: ಛೇದನ, ಲೇಖನ, ಭೇದನ, ವಿಸ್ರಾವಣ,

ವ್ಯಧನ, ಆಹರಣ, ಅನುಲೋಮನ, ಮತ್ತು ಸೀವನ. ಶಸ್ತ್ರಗಳು ಇಪ್ಪತ್ತು ಬಗೆಯವು: ಮಂಡಲಾಗ್ರ, ಕರಪತ್ರ, ವೃದ್ಧಿಪತ್ರ, ನಖ, ಮುದ್ರಿಕಾ, ಉತ್ಪಲ ಪತ್ರಕಾ, ಅರ್ಧದಾರಾ, ಸೂಚೀ, ಕುಶಪತ್ರ, ಆಟೀಮುಖ, ಶರಾರೀಮುಖ, ಅಂತರ್ಮುಖ, ತ್ರಿಕೂರ್ಚಕ, ಕುಠಾರಿಕಾ, ವ್ರೀಹಿಮುಖಾ, ಆರಾ, ವೇತಸಪತ್ರಕ, ಬಡಿಶ, ದಂತಶಂಕು, ಏಷಣಿ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವನ್ನು ಕೆಳಗಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಭಾರತೀಯ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕರು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ಶಸ್ತ್ರಗಳು

ಈ ಶಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮಂಡಲಾಗ್ರ ಮತ್ತು ಕರಪತ್ರಗಳು ಛೇದನ ಲೇಖನ ಕರ್ಮಗಳಿಗೂ, ವೃದ್ಧಿಪತ್ರ, ನಖಶಸ್ತ್ರ, ಮುದ್ರಿಕಾ, ಉತ್ಪಲ ಪತ್ರಕ ಮತ್ತು ಅರ್ಧದಾರಾಗಳು ಛೇದನ ಭೇದನ ಕರ್ಮಗಳಿಗೂ, ಸೂಚೀ, ಕುಶಪತ್ರ, ಆಟೀಮುಖ, ಶರಾರೀಮುಖ ಮತ್ತು ತ್ರಿಕೂರ್ಚಕಗಳು ವಿಸ್ರಾವಣ ಕಾರ್ಯಕ್ಕೂ, ಕುಠಾರಿಕಾ, ವ್ರೀಹಿಮುಖಾ, ಆರಾ ಮತ್ತು ವೇತಸ ಪತ್ರಗಳು ವ್ಯಧನ ಕರ್ಮಕ್ಕೂ, ಬಡಿಶ ಮತ್ತು ದಂತಶಂಕು ಆಹರಣಕ್ಕೂ, ಏಷಣಿಯು ಅನುಲೋಮನ ಕರ್ಮಗಳಿಗೂ, ಸೂಚಿಯು ಸೀವನ

ಕರ್ಮಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದ್ದುವು. ಅಷ್ಟ ವಿಧಶಸ್ತ್ರಕರ್ಮಗಳನ್ನು ಯಥಾ ವಿಧಿಯಾಗಿ ನಡೆಸಬೇಕಾದರೆ ಶಸ್ತ್ರಗಳ ಅಲಗುಗಳು ಹೇಗೆ ಹರಿತವಾಗಿ, ಹದವಾಗಿರ ಬೇಕೆಂಬ ವಿವರಣೆಗಳೂ ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇವಲ್ಲದೆ, ಶಸ್ತ್ರ ಗಳನ್ನು ಕ್ಷಾರೋದಕ, ಬಿಸಿನೀರು ಹಾಗೂ ಎಣ್ಣೆಗಳಿಂದ ಶುದ್ಧಿಮಾಡಿ ಅವುಗಳಿಗೆ ಚುರುಕುಕೊಡುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕನು ಎಂತಹವನಾಗಿರಬೇಕು ಎಂಬುದನ್ನೂ ಸುಶ್ರುತನು ತಿಳಿಸಿ ದ್ದಾನೆ. ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕನು ಅಭ್ಯಾಸಪರನಾಗಿರಬೇಕು. ಬೂದುಗುಂಬಳ, ಸೋರೆ ಕಾಯಿ, ಕಲ್ಲಂಗಡಿ, ಚರ್ಮಭಾಗಗಳು, ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಫಲಗಳು, ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳ ಮೇಲೆ ಗುರುವಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಶಸ್ತ್ರಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ರೀತಿಗಳನ್ನು ಪದೇ ಪದೇ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಬೇಕು. ಅವನು ನಿಯಮಾನು ಸಾರವಾಗಿ ಶಸ್ತ್ರಕರ್ಮಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶ್ರಮವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು. ತ್ರಿಕರಣ ಶುದ್ಧಿಯಿಂದ ಕೆಲಸಮಾಡಬೇಕು. ಯಾವ ಯಾವ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಎಂತಹ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಗಳನ್ನುಮಾಡಬೇಕೆಂಬ ಆಶುಜ್ಞಾನ ಅವನಿಗಿರಬೇಕು.

ಭಾರತೀಯ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸಕರು ಹರಿದಿರುವ ಮೂಗು ಹಾಗೂ ತುಟಿಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸುವ ವಿಧಾನದಲ್ಲಿ ನಿಪುಣರಾಗಿದ್ದರು. ಕತ್ತರಿಸಿ ಹೋದ ಮೂಗಿನ ಭಾಗದಷ್ಟೇ ಅಗಲವಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಮರದ ಎಲೆಯೊಂದನ್ನು ತೆಗೆದು ಕೊಂಡು, ಅದರಷ್ಟೇ ಅಗಲವಿರುವ ಆ ರೋಗಿಯ ಕೆನ್ನೆಯಲ್ಲಿನ ಮಾಂಸವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ, ಹರಿದಿರುವ ಮೂಗಿನ ತುದಿಯನ್ನು ಚೂರಿಯಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸಿ, ರಕ್ತ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಕೆನ್ನೆಯ ಮಾಂಸದ ಭಾಗವನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಸೇರಿಸಿ ಬಂಧನ ದ್ರವ್ಯಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವುಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವಾಗ, ಹರಳೆಲೆಯೊಂದರ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಮೃದುವಾದ ಕೊಳವೆಯನ್ನಾಗಲೀ ಮತ್ತಾವ ಕೊಳವೆಯನ್ನಾಗಲೀ ತಕ್ಕ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮೂಗಿನ ಹೊಳ್ಳೆಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿಸಿ, ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಮೂಗು ಎಷ್ಟು ಎತ್ತರವಿತ್ತೋ ಆ ರೀತಿ ಬಂಧನಮಾಡಬೇಕು. ತರುವಾಯ, ಅದರಮೇಲೆ ಕೆಲವು ಬಗೆಯ ಚೂರ್ಣಗಳನ್ನು ಉದುರಿಸಿ, ಹತ್ತಿ ಯನ್ನು ಇಟ್ಟು ಎಳ್ಳೆಣ್ಣೆಯನ್ನು ಪದೇ ಪದೇ ಸುರಿಯಬೇಕು. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ತುಟಿಯು ಕತ್ತರಿಸಿ ಹೋಗಿ ಇಬ್ಭಾಗವಾದಾಗಲೂ ಶಸ್ತ್ರಕರ್ಮವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಯಾವ ವಿಧವಾದ ಕೊಳವೆಯನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸು ತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯರು ಕಿವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಚತುರರಾಗಿದ್ದರು.

ಆಯುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ರೋಗಗಳ ಕಾರಣಗಳು ಹಾಗೂ ರೋಗ ಲಕ್ಷಣಗಳ ವಿಚಾರಗಳು ವಿಪುಲವಾಗಿವೆ. ಎಲ್ಲ ರೋಗಗಳಿಗೂ ವಾಸ್ತವಿಕವಾಗಿ ವಾತ, ಪಿತ್ತ ಕಫ–ತ್ರಿದೋಷಗಳೇ ಕಾರಣ. ಈ ದೋಷಗಳಿಂದ ರಸಾದಿಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಿಧ

ವಿಕಾರಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಯಾವ ದ್ರವ್ಯ ಸೇವನೆಯಿಂದ ದೋಷ ಪ್ರಕೋಪ ವುಂಟಾಗುತ್ತದೆಯೋ ಮತ್ತು ಅದು ಹೊರಬೀಳಲು ಶಕ್ತವಾಗುವುದಿಲ್ಲವೋ ಅಂತಹ ದ್ರವ್ಯವು ಶರೀರದಲ್ಲಿ ರೋಗಕ್ಕೆ ಮೂಲವಾಗುತ್ತದೆ. ಶರೀರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಜ್ವರ, ಅತಿಸಾರ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಗೆ ಶಾರೀರಕ ರೋಗಗಳೆಂದೂ ಪುನಃ ಕ್ಷೋಭೆ ಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುವುಗಳಿಗೆ ಮಾನಸಿಕ ವ್ಯಾಧಿಗಳೆಂದೂ ಕಾಲದೋಷಗಳಿಂದ ಕ್ರಮೇಣ ಉಂಟಾಗುವವುಗಳಿಗೆ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ರೋಗಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರು. ವಿಷಮ ಆಹಾರ ಪಾನೀಯ ಮತ್ತು ತ್ರಿದೋಷಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ಶಾರೀರಕ ರೋಗಗಳೂ ಕೋಪ, ವ್ಯಸನ, ಭಯ, ಅಸೂಯೆ ಮುಂತಾದವುಗಳಿಂದ ಮಾನಸಿಕ ರೋಗಗಳೂ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಮುದಿತನ, ಮರಣ, ನಿದ್ರಾಪ್ರಕೃತಿ–ಇಂತಹವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ವಾದವು. ಯಾವಯಾವ ದೋಷಗಳಿಂದ ಎಂತಹ ರೋಗಗಳು ಬರುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಆಯುರ್ವೇದ ಗ್ರಂಥಗಳು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ.

ರೋಗಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚಲು ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯರು ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಾಧನವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದರು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ಆಧಾರಗಳಿಲ್ಲ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ದರ್ಶನ, ಸ್ಪರ್ಶನ ಮತ್ತು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳ ಮೂಲಕ ರೋಗಿಯಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿದ್ದ ವ್ಯಾಧಿಯ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುತ್ತಿದ್ದರು. ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ವಿಚಾರವನ್ನು ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಗಳು ತಿಳಿಸಿಲ್ಲ. ಕ್ರಿ. ಶ. ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ತ್ರಿಶತಾಚಾರ್ಯನು ಬರೆದಿರುವ ಚಿಕಿತ್ಸಾ ಕಲಿಕಾ ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಯ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಹದಿ ಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಶಾಂರ್ಗಧರನು ಬರೆದಿರುವ ಸಂಹಿತೆಯಲ್ಲಿ ರೋಗ ವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ನಾಡಿಮಿಡಿತದಿಂದ ಹೇಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಬಹುದೆಂಬುದರ ವಿವರಣೆ ಇದೆ. ಅವನು ವಾತ, ಪಿತ್ತ, ಕಫ, ಸನ್ನಿಪಾತ ದೋಷಸ್ಥಿತಿಗಳಲ್ಲಿ ನಾಡಿಯು ಹೇಗೆ ಇರುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಭಾವಮಿಶ್ರನೂ ತನ್ನ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ನಾಡಿಯ ವಿಚಾರವನ್ನು ಕುರಿತು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ. ಇವರೆಲ್ಲರಿಗಿಂತ ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಲೋಲಿಂಬ ರಾಜ ನೆಂಬುವನು ಬರೆದಿರುವ ವೈದ್ಯ ಸಂಜೀವನ ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವು ನಾಡೀ ಪರಿಕ್ಷಾ ನಿಧಾನ ವನ್ನು ಸುವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ತಿಳಿಸುತ್ತದೆ. ರೋಗಗಳನ್ನು ಎಂಟು ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕು ಎಂದು ತಿಳಿಸಿ ಲೋಲಿಂಬ ರಾಜನು ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ. ತಮಿಳುನಾಡಿನ ವೈದ್ಯ ಪದ್ಧತಿಯಾದ ಸಿದ್ಧರ ಔಷಧಿ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿಯೂ ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಸ್ಥಾನವಿದೆ ಎಂದಮೇಲೆ ಕ್ರಿ. ಶ. ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನದ ವೇಳೆಗೆ ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷಾ ವಿಧಾನವು ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಪರಿಚಯವಾಗಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷೆಯು ಈಜಿಪ್ಟ್, ಗ್ರೀಸ್, ಚೈನಾ, ಅರೇಬಿಯಾ ಪ್ರದೇಶಗಳ ವೈದ್ಯರ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ರಮದಲ್ಲಿ

ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಪ್ರಾಯಶಃ ಭಾರತೀಯರು ನಾಡೀ ಪರೀಕ್ಷಾ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅರಬ್ಬರ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಪಡೆದಿರಬಹುದೆಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು.

ಆಯುರ್ವೇದದಲ್ಲಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ವಿಶಾಲಾರ್ಥವಿದೆ. ಪುರುಷ, ವ್ಯಾಧಿ, ಕ್ರಿಯಾ ಕಾಲ ಮತ್ತು ಔಷಧ–ಈ ನಾಲ್ಕು ಚಿಕಿತ್ಸಾಂಗಗಳು. ಚಿಕಿತ್ಸಕನು ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಸರ್ವಾಂಗೀಣ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪರಿಣತನಾಗಿರಬೇಕು. ಔಷಧಿ ಜ್ಞಾನವು ನಾಮ, ರೂಪ ಮತ್ತು ಯೋಗವೆಂದು ಮೂರು ರೂಪ. ಇದನ್ನು ಅರಿತು ಔಷಧವನ್ನು ರೂಪಿಸಿ, ಯೋಗಮಾಡಬಹುದಾದ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅವನು ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕು. ಭಾರತೀಯ ಚಿಕಿತ್ಸಕರು ನಾನಾ ಬಗೆಯ ವನೌಷಧಿಗಳನ್ನೂ ಅವುಗಳ ಪ್ರಯೋಗ ಕ್ರಮಗಳನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಇವುಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ, ಸಕಾರಣವಾಗಿ ಅರ್ಥಗರ್ಭಿತವಾಗಿ ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಗ್ರಂಥಗಳು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ.

ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಅನುಸರಿಸಿ ವಾಗ್ಭಟ I (ಕ್ರಿ. ಶ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವನು ಅಷ್ಟಾಂಗ ಸಂಗ್ರಹ ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವನ್ನೂ ವಾಗ್ಭಟ II (ಕ್ರಿ. ಶ. ಎಂಟನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವನು ಅಷ್ಟಾಂಗ ಹೃದಯ ಸಂಹಿತೆಯೊಂದನ್ನೂ ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅಷ್ಟಾಂಗ ಸಂಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಿಷಯಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕೆಲವು ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯಗಳಿವೆ. ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತರ ಜೊತೆಗೆ ವಾಗ್ಭಟರು ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮನ್ನಣೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ, ೧೮೯೦ರಲ್ಲಿ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ಹಸ್ತಲಿಪಿ ಗ್ರಂಥವೊಂದು ದೊರಕಿದೆ. ಭೂರ್ಜಪತ್ರದ ಹಾಳೆಗಳ ಈ ಗ್ರಂಥವು ಚೀನೀ ತುರ್ಕಿಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಕಾಶ್‌ಗೈ ಎಂಬೆಡೆ ಇರುವ ಬೌದ್ಧ ಸ್ತೂಪವೊಂದರ ಅಡಿ ಇಬ್ಬರು ತುರುಷ್ಕರಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಅವರು ಅದನ್ನು ಬೋವರ್ ಎಂಬ ಸೇನಾಧಿಕಾರಿಯೊಬ್ಬನಿಗೆ ಕೊಟ್ಟದ್ದರಿಂದ, ಅದಕ್ಕೆ ಬೋವರ್ ಹಸ್ತಲಿಪಿ ಗ್ರಂಥ ಎಂದು ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಗ್ರಂಥದ ಕಾಲವು ಕ್ರಿ. ಶ. ಮೂರು–ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನವಿರಬಹುದೆಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಪಡಲಾಗಿದೆ. ಇದರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಪ್ರಾಚೀನ ವೈದ್ಯ ತಂತ್ರ ಹಾಗೂ ಕಲ್ಪನೆಗಳ ವಿಷಯಗಳು ಇವೆ. ಇದರ ಎರಡನೆಯ ಭಾಗವಾದ 'ನವನೀತಕ' ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸೂತ್ರಗಳು ಇವೆ. ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತರಲ್ಲಿರುವ ಹಲವಾರು ವಿಚಾರಗಳೂ ಈ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿವೆ.

ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಗ್ರಂಥಗಳು ಅನೇಕ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು: ಮಾಧವಾಚಾರ್ಯನ **ರುಗ್‌ವಿನಿಶ್ಚಯ** ಅಥವಾ **ಮಾಧವ ನಿದಾನ** ಗ್ರಂಥ (ಕ್ರಿ. ಶ. ಎಂಟನೆಯ ಶತಮಾನ), ವೃಂದಮಾಧವನ **ಸಿದ್ಧಯೋಗ** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಹತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನ), ಚಕ್ರಪಾಣಿದತ್ತನ **ಚಿಕಿತ್ಸಾಸಾರ ಸಂಗ್ರಹ**

(ಕ್ರಿ. ಶ. ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಶತಮಾನ), ಶಾರ್ಙ್ಗಧರನು ಬರೆದಿರುವ ಸಂಹಿತೆ (ಕ್ರಿ. ಶ. ಹದಿಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನ), ಭಾವಮಿಶ್ರನು ಬರೆದಿರುವ **ಭಾವಪ್ರಕಾಶ** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನ), **ಧನ್ವಂತರಿನಿಘಂಟು, ಮದನವಿನೋದ, ರಾಜನಿಘಂಟು** ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ನಿಘಂಟುಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ, ವಾಗ್ಭಟ ಸಂಹಿತೆಗಳಿಗೆ ಅನೇಕ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳೂ ಇವೆ. ಚರಕ ಸಂಹಿತೆಯ ಅಪೂರ್ಣ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಕ್ರಿ. ಶ. ಒಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ದೃಢಬಲನೆಂಬುವನು ಬರೆದನು. ಗಯಾದಾಸ ಮತ್ತು ಡಲ್ಹಣಾಚಾರ್ಯರು (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಶ. ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನ) ಸುಶ್ರುತ ಸಂಹಿತೆಗೆ ವ್ಯಾಖ್ಯೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಹೇಮಾದ್ರಿ (ಹನ್ನೆರಡನೆಯ ಶತಮಾನ) ಮತ್ತು ಅರುಣದತ್ತ (ಹದಿಮೂರನೆಯ ಶತಮಾನ) ಎಂಬುವರು ವಾಗ್ಭಟನ ಗ್ರಂಥದ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಯನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ **ಯೋಗಶತಕ** (ಕ್ರಿ. ಶ. ಐದು–ಆರನೆಯ ಶತಮಾನ), **ಅಮೃತ ಹೃದಯ, ವೈದ್ಯಜೀವನ** ಮತ್ತು ತಮಿಳುನಾಡಿನ ಸಿದ್ಧರ ಕೆಲವು ಗ್ರಂಥಗಳೂ ಮುಖ್ಯವಾದವು.

ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯಜ್ಞಾನವು ಪ್ರಾಚೀನ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಪರ್ಷಿಯಾ, ಗ್ರೀಸ್, ಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯ ಏಷ್ಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದಿತು ಎಂದು ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಆದರೆ ಅದು ಇತರ ದೇಶಗಳ ವೈದ್ಯಪದ್ಧತಿಗಳ ಮೇಲೆ ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ಬೀರಿದ್ದಿತು ಎಂದು ನಿಖರವಾಗಿ ಗೊತ್ತುಪಡಿಸಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಆಧಾರಗಳು ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಭಾರತೀಯ ತ್ರಿದೋಷ ಕಲ್ಪನೆಯು ಪರ್ಷಿಯಾ ಮೂಲಕ ಗ್ರೀಸ್ ದೇಶಕ್ಕೆ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಐದನೆಯ ಶತಮಾನದ ವೇಳೆಗೆ ಹರಡಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಈ ತ್ರಿದೋಷಕಲ್ಪನೆಯು ಗ್ರೀಕರ ನಾಲ್ಕು ದೋಷ (ರಕ್ತವೂ ಸೇರಿಕೊಂಡು)ಗಳ ಕಲ್ಪನೆಗಿಂತ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನದು ಎಂದು ಧಾರಾಳವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಭಾರತೀಯರು ರಕ್ತವನ್ನು ದೋಷಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇತರ ಮೂರು ದೋಷಗಳ ಜೊತೆ ರಕ್ತವು ಹೇಗೆ ದುಷ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ವಿವರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ, ರಕ್ತವೂ ಇತರ ರಸಗಳೊಡನೆ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿ ಸಂಚಾರವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅವರು ಅರಿತಿದ್ದರು.

ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯರಿಗೆ, ಆದರಲ್ಲಿಯೂ ರಸಾಯನ, ವಾಜೀಕರಣ ತಂತ್ರಗಳನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದವರಿಗೆ, ಕ್ರಿ. ಶ. ಏಳು–ಎಂಟನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಚೀನೀ ರಾಜರ ಆಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಗೌರವವಿದ್ದಿತು. ಚೀನೀ ವೈದ್ಯರು ಭಾರತೀಯ ಔಷಧ ಕ್ರಮಗಳ ಕೆಲವು ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಅರೇಬಿಯಾ ವೈದ್ಯರೂ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಚರಕ, ಸುಶ್ರುತ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನು ಅವರು ಭಾಷಾಂತರಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅರೇಬಿಯನ್ನರ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಗ್ರೀಸ್ ದೇಶದ ವೈದ್ಯ ಪದ್ಧತಿಯು (ಯುನಾನಿ) ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆಬಂದಿತು. ಮುಸ್ಲಿಮರ ಆಡಳಿತದಲ್ಲಿ ಈ ಪದ್ಧತಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವೂ

ದೊರೆಯಿತು. ಆಯುರ್ವೇದ ಮತ್ತು ಯುನಾನಿ ಪದ್ಧತಿಗಳು ಪರಸ್ಪರ ವೈಷಮ್ಯವಿಲ್ಲದೆ ಜನರ ರೋಗಪರಿಹಾರದಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಗಳಾದವು.

ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧಔಷಧ ಎಂಬ ಪದ್ಧತಿಯೊಂದು ಬಹುಶಃ ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ವನೌಷಧಿಗಳೂ, ಲೋಹ ವಸ್ತುಗಳೂ, ನಾಡೀಪರೀಕ್ಷೆಯೂ, ಯೋಗವಿಚಾರಗಳೂ, ರಸವಿದ್ಯೆಯ ಪ್ರಾಕಾರಗಳೇ ಮೊದಲಾದವೂ ಅಡಕವಾಗಿವೆ. ಇದು ತಮಿಳುನಾಡಿನಲ್ಲಿ ವಿಶಿಷ್ಟವಾಗಿ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದೆ. ಇದರ ಬಗೆಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಈಗತಾನೇ ತಂಜಾವೂರಿನಲ್ಲಿ ಆರಂಭಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಜ್ಞಾನವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಮೇಲುಮಟ್ಟದಲ್ಲಿತ್ತೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಕಲ್ಪನೆ, ಅಭ್ಯಾಸಕ್ರಮ, ಸಾಧನೆಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅದು ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಬೆಳೆದುಕೊಂಡು ಬಂದಿತು.

ರಸವಿದ್ಯೆ

ರಸವಿದ್ಯೆಗೆ ಎರಡು ಮುಖಗಳು : ಒಂದು, ಸೀಸ, ತವರ, ಪಾದರಸ ಮುಂತಾದ ಕೆಳಮಟ್ಟದ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಹಲವಾರು ವಿಧಾನಗಳ ಮೂಲಕ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿ ಭವ್ಯ 'ಬಂಗಾರ'ವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ; ಇನ್ನೊಂದು, ಮುಪ್ಪು, ಸಾವುಗಳಿಗೆ ಒಳಗಾಗದಿರುವಂತೆ, ಎಂದರೆ ಸದಾ ಯೌವನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇರುವಂತೆ ಉತ್ತೇಜನಗೊಳಿಸುವ 'ಅಮೃತ'ವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು. ಈ ಎರಡೂ ಒಂದೇ ನಾಣ್ಯದ ಎರಡು ಮುಖಗಳು. ರಸವಿದ್ಯೆ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಚೀನಾದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತೆಂದು ಈಗ ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಚೀನಾದೇಶದಲ್ಲಿ ರಸಸಿಂಧೂರ (ಸಿನ್ನಬಾರ್-ಮರ್‌ಕ್ಯುರಿಕ್ ಸಲ್ಫೈಡ್) ಎಂಬ ಪಾದರಸ-ಗಂಧಕ ಸಂಯುಕ್ತವಸ್ತು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ. ರಸಸಿಂಧೂರವು ಚೇತನಕಾರಿಯೆಂದೂ ಆದರ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ರೋಗರುಜಿನಗಳ ಬಾಧೆಗೊಳಗಾಗದೆ ಜೀವಿಸಿರಬಹುದೆಂದೂ ಚೀನೀಯರ ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾವನೆ. ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಪಾದರಸ ಭಾಗವು ಸ್ತ್ರೀಸತ್ವವುಳ್ಳದ್ದೆಂದೂ ಗಂಧಕದ ಭಾಗವು ಪುಂಸತ್ವಯುತವಾದದ್ದೆಂದೂ ಅವರು ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದರು. ಪುಂ–ಸ್ತ್ರೀ ಸತ್ವಗಳನ್ನು ಪತಿಪಾದಿಸಿ, ಚೀನಾದೇಶದಲ್ಲಿ ತಾವೊ ಎಂಬ ಒಂದು ಮತವು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಐದು–ಆರನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಿಂದಲೂ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯಾಗಿದ್ದಿತು. ತಾವೊ ಮತವು ಮನುಷ್ಯನು ಅಜರ, ಅಮರನಾಗಬೇಕು ಎಂಬ ಧ್ಯೇಯಗಳನ್ನು ಪೋಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಬಹುಶಃ ಇಂತಹ ಒಂದು ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ರಸಸಿಂಧೂರವನ್ನೇ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಚೀನಾದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಮೂರು-ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಗಿರಬಹುದು. ಚೀನೀ ರಸವಾದಿಗಳು

ಮುಪ್ಪು, ಸಾವುಗಳನ್ನು ದೂರಮಾಡುವ "ಔಷಧಿ" ಅಥವಾ "ಅಮರ ಗುಳಿಗೆ" ಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಶತಮಾನಗಳ ಪರ್ಯಂತ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಕೃತಕ ಬಂಗಾರ ವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಚಳಕಕ್ಕೆ ಅಲ್ಪ ಸ್ವಲ್ಪ ಗಮನವನ್ನೂ ಕೊಟ್ಟರು.

ಕೃತಕ ಬಂಗಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಉದ್ದೇಶವನ್ನೇ ಹೊಂದಿದ್ದ ರಸ ವಿದ್ಯೆಯು ಕ್ರಿ.ಶ. ಮೊದಲ-ಎರಡನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಈಜಿಪ್ಟಿನ ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡ್ರಿಯಾ ದಲ್ಲಿದ್ದ ಗ್ರೀಕ್ ನಾಗರಿಕತೆಯ ಸಂಪರ್ಕದಿಂದ ಬೆಳೆದು ಬಂದಿದ್ದವರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿ ಕೊಂಡಿತು. ಕ್ರಮೇಣ ಅದು ಒಂದು ಕುಶಲ ಕಲೆಯಾಗಿಯೂ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಗ್ರೀಕರ ಚತುರ್ಭೂತ ಕಲ್ಪನೆಯು ಅದಕ್ಕೆ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ತಾತ್ವಿಕ ಆಸರೆಯನ್ನೂ ಕೊಟ್ಟಿತು. ಎಂಪಿಡಾಕ್ಲಿಸ್ (ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೪೯೩-೪೩೦) ಎಂಬುವನು ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮೂಲವಾಗಿ ಅಪ್, ತೇಜಸ್, ವಾಯು ಮತ್ತು ಪೃಥ್ವೀ ಎಂಬ ನಾಲ್ಕು ವಸ್ತು ಗಳಿವೆ, ಈ ವಸ್ತುಗಳು ಶಾಖ, ಶೈತ್ಯ, ನೀರಸ, ತೇವ ಎಂಬ ನಾಲ್ಕು ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಗುಣಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸದಿಂದ ರೂಪುಗೊಂಡಿವೆ ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದ. ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡು, ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಗುಣಗಳ ಸಂಯೋಗದಿಂದ ವಸ್ತುಗಳ ಸ್ವರೂಪ ಸ್ವಭಾವಗಳನ್ನೂ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ವಾದಿಸಿದ್ದ. ಈ ವಾದದಂತೆ, ಕೆಳಮಟ್ಟದ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಚಿನ್ನವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದು ಎಂಬುದು ಆಗಿನ ರಸವಾದಿಗಳ ನಂಬಿಕೆ.

ಮುಂದೆ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಅರೇಬಿಯಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಚೀನೀ ರಸವಿದ್ಯೆಯ ಕಲ್ಪನೆಗಳೂ ಅರೇಬಿಯಾ ರಸವಾದಿಗಳಿಗೆ ಹಿಡಿಸಿದುವು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ 'ಪಾದರಸ-ಗಂಧಕ' ತತ್ವವು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡಿತು. ಲೋಹಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಕೆಲವು ಹೊಸ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳು ಮುಂದೆಬಂದುವು. ಮನುಷ್ಯನಂತೆಯೇ ಲೋಹಗಳಿಗೂ ದೇಹ, ಚೇತನಗಳುಂಟು; ಚಿನ್ನ ಅಪ್ಪಟವಾದ, ಪರಿಶುದ್ಧವಾದ 'ಚೈತನ್ಯ'ಸ್ವರೂಪ; ಕೀಳು ಲೋಹಗಳಿಗೆ ಕಾವುಕೊಟ್ಟು, ಹೆಚ್ಚು ಚೇತನವನ್ನು ತುಂಬಿ, ಅವುಗಳ ಕಳೆಯೇರಿಸಿ, ಕಾಂತಿಯುತ ಚಿನ್ನವನ್ನಾಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಿವರ್ತಿಸ ಬಹುದು ಎಂದು ಅವರು ನಂಬಿದ್ದರು. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಪಾದರಸವನ್ನು ಅತಿ ಪ್ರಯಾಸ ವಿಲ್ಲದೆ ಚಿನ್ನವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಬಹುದೆಂದು ಅವರ ಭಾವನೆ. ಈ ನಂಬಿಕೆ, ಭಾವನೆಗಳೊಡನೆ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಕೆಲವು ಸಾಂಕೇತಿಕ ಹಾಗೂ ನಿಗೂಢ ವ್ಯವ ಹಾರಗಳೂ ರಸವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡುವು.

ಅರೇಬಿಯಾ ದೇಶಗಳಿಂದ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಯೂರೋಪ್ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಹರಡಿತು. ಅಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಾಂಕೇತಿಕ, ರಹಸ್ಯ ವ್ಯವಹಾರಗಳು ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡುವು. ಕ್ಷುದ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಯಥೋಚಿತವಾಗಿ ಚಿನ್ನವನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ವಾಗುವಂತೆ "ಸ್ಪರ್ಶಮಣಿ"ಯೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆದುವು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪಾದರಸ-ಗಂಧಕ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಗುಣಗಳನ್ನು

ಕಂಡರು. ರಸವಿದ್ಯೆಯ ಭಾಷೆಯೂ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳೂ ಜಟಿಲವಾದುವು; ಅಷ್ಟೇ ಪವಾಡಗಳೂ ಬೆಳೆದುವು. ಪಾದರಸದಿಂದ ಇಲ್ಲವೇ ಇತರ ಲೋಹಗಳಿಂದ ಚಿನ್ನವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ "ಚಿನ್ನದ ಅಡಿಗೆ"ಯವರಿಗೆ ರಾಜಾಶ್ರಯವೂ ದೊರೆಯಿತು. ಹೀಗೆ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಸುಮಾರು ಎರಡು ಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಪ್ರಪಂಚದ ನಾನಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿಯ ನಂಬಿಕೆ, ಭಾವನೆಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ಜನರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದಿತು.

ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಕ್ರಿ. ಶ. ಆರು-ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚಿತವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಿತೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಆಧಾರಗಳಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನದಿಂದ ಹದಿನೈದು ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನಗಳವರೆಗೂ ಅದು ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಅನೇಕ ಗ್ರಂಥಗಳೂ ರಚಿತವಾದುವು. ರಸವಿದ್ಯೆಯು ರಸಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸೇಶ್ವರದರ್ಶನ ಎಂಬ ಅಭಿಧಾನದಿಂದ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಗೆ ಬಂದಿತು. ರಸಶಾಸ್ತ್ರದ ಗ್ರಂಥಗಳ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನೆಂದರೆ, ಬಹುತೇಕ ಅವು ಈಶ್ವರ–ಪಾರ್ವತಿ ಹರ–ಗೌರಿ, ಭೈರವ–ಭೈರವೀ ಈ ರೀತಿ ಶಿವ–ಶಕ್ತಿಯರ ಸಂಭಾಷಣಾ ರೂಪದಲ್ಲಿವೆ. ಪಾದರಸವು ಹರಬೀಜವೆಂದೂ ಶಿವವೀರ್ಯವೆಂದೂ ಉಕ್ತವಾಗಿದೆ. ಅಂತೆಯೇ ಗಂಧಕವು ಗೌರಿಯ ರಜಸ್ಸೆಂದೂ ಸಾಂಕೇತಿಕವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ. ಎಂದಮೇಲೆ, ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಚೀನಾದೇಶದಲ್ಲಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಂತೆ, ಪುಂ–ಸ್ತ್ರೀ ಸತ್ವಗಳನ್ನನುಸರಿಸಿ ಬೆಳೆದುಬಂದಿತು. ಬಹುಶಃ ಚೀನಾ ದೇಶದ ರಸವಿದ್ಯೆಯ ಕಲ್ಪನೆಗಳೂ ಪ್ರಯೋಗಗಳೂ ಭಾರತೀಯ ರಸವಿದ್ಯೆಗೆ ಆಧಾರ ರೂಪವಾಗಿರಬಹುದು. ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಕ್ರಿ. ಶ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪುಂ–ಸ್ತ್ರೀ ತತ್ವಗಳಿಗೆ ಪ್ರಧಾನ ಸ್ಥಾನವನ್ನಿತ್ತು ಮಂತ್ರ, ಮುದ್ರೆ, ನ್ಯಾಸ ಮುಂತಾದ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಹಾಗೂ ರಹಸ್ಯ ಆಚರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದ ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರವೊಂದು ಎಲ್ಲೆಲ್ಲೂ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿತ್ತು. ಬೌದ್ಧರೂ, ಹಿಂದೂಗಳೂ ಈ ಆಚರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದರು. ಇವುಗಳಿಂದ ಅಣಿಮಾದಿ ಅಷ್ಟ ಸಿದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದೆಂದು ತಾಂತ್ರಿಕರು ನಂಬಿದ್ದರು. ಈ ಸಿದ್ಧಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದು ಸಿದ್ಧರಾಗಿ, ಇದೇ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ದಿವ್ಯಭೋಗಗಳನ್ನು ಅನುಭವಿಸುವಂತಾಗಲು ದೇಹವು ಅಜರವಾಗುವಂತೆ 'ಔಷಧಿ'ಗಳನ್ನು ಸೇವಿಸಬೇಕೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಪಾದರಸ–ಗಂಧಕ ಸಂಬಂಧ 'ಔಷಧಿ'ಯು ಬಹುಶಃ ಈ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ತಾಂತ್ರಿಕರಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಗೆ ಬಂದಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಕೆಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ (ಉದಾ: ರುದ್ರಯಾಮಳ, ಮಾತೃಕಾ ಭೇದತಂತ್ರ) ರಸೌಷಧಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಭಾಗಗಳೂ ಇವೆ.

ಸಂಸ್ಕೃತದಲ್ಲಿರುವ ರಸಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಕುರಿತ ಮುಖ್ಯ ಗ್ರಂಥಗಳಾವುವೆಂದರೆ ಸಿದ್ಧ ನಾಗಾರ್ಜುನನಿಂದ ರಚಿತವಾದ **ರಸರತ್ನಾಕರ,** ಸೋಮದೇವನ **ರಸೇಂದ್ರ**

ಚಿಂತಾಮಣಿ, ರಸಾರ್ಣವ (ಇದನ್ನು ಬರೆದವನು ಯಾರೆಂದು ತಿಳಿದಿಲ್ಲ), ಯಶೋಧರನ **ರಸಪ್ರಕಾಶ ಸುಧಾಕರ,** ನಿತ್ಯನಾಥಸಿದ್ಧನ **ರಸರತ್ನಾಕರ,** ವಾಗ್ಭಟನ **ರಸರತ್ನ ಸಮುಚ್ಚಯ,** ರಾಮೇಶ್ವರನ **ರಸರಾಜಲಕ್ಷ್ಮೀ,** ರಾಮಚಂದ್ರಗುಹನ **ರಸೇಂದ್ರ ಚಿಂತಾಮಣಿ,** ಗೋವಿಂದ ಭಾಗವತನ **ರಸಹೃದಯ,** ಗೋವಿಂದಾಚಾರ್ಯನ **ರಸಸಾರ,** ಚಾಮುಂಡನ **ರಸಸಂಕೇತಕಲಿಕಾ,** ಸುರೇಶ್ವರನ **ಲೋಹಪದ್ಧತಿ,** ನಕಿಂಚಿದೇವನ **ರಸೇಂದ್ರ ಚೂಡಾಮಣಿ,** ಶಿವರಾಮಯೋಗಿಯ **ಪಾರದಶಾಸ್ತ್ರ** ಮತ್ತು ಬಿಂದು ಪಂಡಿತನ **ರಸಪದ್ಧತಿ.** ಇವಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ಗ್ರಂಥಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಗ್ರಂಥಗಳ ಕರ್ತೃಗಳ ವಿಚಾರವೇ ತಿಳಿಯದು. ತಮಿಳು ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಇನ್ನೂರು ಗ್ರಂಥಗಳಿವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕವಾಗಿ ಅಗಸ್ತ್ಯ, ಬೋಗರ್, ರಾಮದೇವರ್, ಕೊಂಕನಾರ್ ಮತ್ತು ನಂದನಾರ್ ಎಂಬ ಸಿದ್ಧರು ಬರೆದವುಗಳೇ ಹೆಚ್ಚು. ತಮಿಳರ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಸಿದ್ಧ ಔಷಧಿಯ ಭಾಗವಾಗಿ ಆಚರಣೆಯಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಅದರ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಇದುವರೆಗೂ ಸಾಕಷ್ಟು ವಿವರಗಳು ದೊರೆತಿಲ್ಲ.

ಭಾರತೀಯ ರಸವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ 'ರಸ' ಅಥವಾ ಪಾದರಸವು ಪ್ರಧಾನವಾದುದು. ಅಂತೆಯೇ ರಸಕ್ಕೆ ದೈವಿಕ ಶಕ್ತಿ ಇದೆ, ಅದು ಸರ್ವೇಶ್ವರ ಶಿವನ ರಸ ಎಂಬ ಕಲ್ಪನೆ ಮೂಲಭೂತವಾದುದು. ರಸಕ್ಕೆ 'ಪಾರದ' ಎಂದೂ ಹೆಸರು. ಎಂದರೆ, ಅದು ಸಂಸಾರಸಾಗರದಿಂದ ಪಾರುಮಾಡಲು ಶಕ್ತವಾದುದು. ರಸದ ಸೇವನೆಯಿಂದ ಬಹುಕಾಲ ಸುಖವಾಗಿ ಜೀವಿಸಿರಬಹುದು, ಸದಾ ಯೌವನ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿರಬಹುದು, ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಅಗೋಚರವಾಗಿ ಸ್ವೇಚ್ಛೆಯಿಂದ ವಿಹರಿಸಬಹುದು. ರಸವನ್ನು ವಿಧಿವತ್ತಾಗಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿದರೆ, ಕ್ಷುದ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಚಿನ್ನವನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ಅದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯ. ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ನಂಬಿಕೆಗಳನ್ನು ರಸಶಾಸ್ತ್ರ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ನಾವು ಕಾಣಬಹುದು.

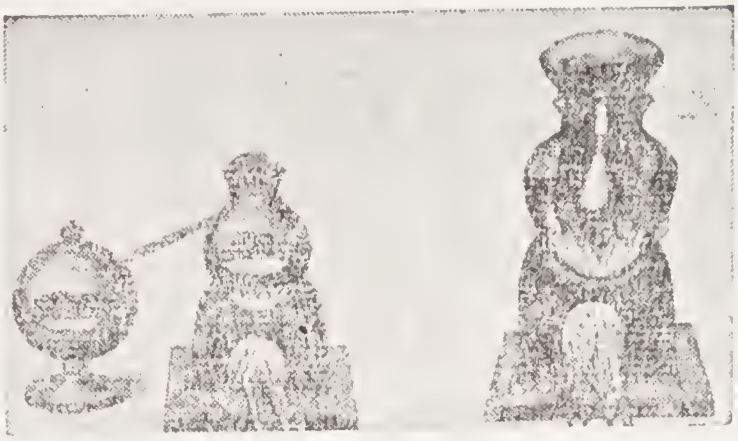
ಪಾದರಸವಲ್ಲದೆ, ಇತರ ವಸ್ತುಗಳ ಬಗೆಗೂ ಈ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖವಿದೆ. ಈ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಅಷ್ಟಮಹಾರಸಗಳು, ಅಷ್ಟ ಉಪರಸಗಳು, ಧಾತುಗಳು, ನವರತ್ನಗಳು—ಹೀಗೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಲಾಗಿದೆ. ಅಭ್ರಕ, ವೈಕ್ರಾಂತ, ಮಾಕ್ಷಿಕ (ಕಬ್ಬಿಣದ ಪೈರೈಟೀಸ್), ವಿಮಲ, ಅದ್ರಿಜ, ಸಸ್ಸಕ (ಮೈಲುತುತ್ತ), ಚಪಲ ಮತ್ತು ರಸಕ (ಜಿಂಕ್ ಸಲ್ಫೇಟ್), ಇವು ಅಷ್ಟಮಹಾರಸಗಳು. ಗಂಧಕ, ಗೈರಿಕಾ, ಕಾಸೀಸ (ಕಬ್ಬಿಣದ ಸಲ್ಫೇಟ್), ತುತ್ಥ (ಸ್ಫಟಿಕ), ಹರಿದಲ, ಮನಶಿಲ, ಅಂಜನ ಮತ್ತು ಕಂಕಷ್ಠ–ಇವು ಅಷ್ಟ ಉಪರಸಗಳು. ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ, ಕಬ್ಬಿಣ, ಸೀಸ, ತವರ, ಹಿತ್ತಾಳೆ. ಕಂಚು ಮತ್ತು ರಾಜಾವರ್ತ—ಇವು ಧಾತುಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ಬಗೆ, ಪ್ರಯೋಗಿಸುವ ವಿಧಾನ, ಸೇವನೆಮಾಡುವ ರೀತಿಗಳು, ಇವುಗಳ ಸೇವನೆಯಿಂದ ದೊರಕುವ ಫಲಗಳು—ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಬಹಳ ವಿವರವಾಗಿ ರಸಶಾಸ್ತ್ರ ಗ್ರಂಥಗಳು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ, ಇವುಗಳ ಸಂಸ್ಕರಣಾ

ವಿಧಾನಗಳು, ಬಗೆಬಗೆಯ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಕ್ರಮಕ್ರಮವಾಗಿ, ಅರ್ಥವತ್ತಾಗಿ ಉಕ್ತವಾಗಿವೆ.

ಭಾರತೀಯ ರಸವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ರಸ, ಮಹಾರಸ, ಉಪರಸ ಮುಂತಾದವುಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮಹತ್ವಸ್ಥಾನವಿದೆ. ಈರೀತಿ ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವುದರಿಂದಲೇ ಅವು ಇಚ್ಛಿಸಿದ ಫಲಗಳನ್ನು ಕೊಡಲು ಶಕ್ತವಾಗುವುವು. ಅವುಗಳನ್ನು ಪರಿಷ್ಕರಿಸುವ ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೂ ಸಹ ದೀಕ್ಷಾಬದ್ಧನಾಗಿ ತಂತ್ರಜ್ಞನಾಗಿ ದೈವಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದಿರಬೇಕು. ಎಂದರೆ, ಎಲ್ಲರೂ ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಮಂತ್ರ, ತಂತ್ರ, ಶ್ರದ್ಧೆ, ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಪರಿಪಾಲಿಸುವವರು ಮಾತ್ರ ಈ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ತೊಡಗಬೇಕು.

ಪಾದರಸವನ್ನು ಸೂಕ್ತರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚುವುದು ಎಂದು ಮನಗಂಡು ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಹದಿನೆಂಟು ಸಂಸ್ಕಾರಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವು ಯಾವುವೆಂದರೆ, ಸ್ವೇದನ, ಮರ್ದನ, ಮೂರ್ಛನ, ಉತ್ಥಾಪನ, ಪಾತನ, ರೋಧನ, ನಿಯಮನ, ಸಂದೀಪನ, ಗಗನಭಕ್ಷಣ, ಸಂಚಾರಣ ಗರ್ಭದ್ರುತಿ, ಬಾಹ್ಯದ್ರುತಿ, ಜಾರಣ, ಗ್ರಾಸ, ಸಾರಣ, ಸಂಕ್ರಾಮಣ ವೇಧವಿದ್ರುತಿ ಮತ್ತು ಶರೀರಯೋಗ. ಇವುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಸಂಸ್ಕಾರಗಳಿಂದ ಪಾದರಸವು ತನ್ನ ಲೋಹರೂಪವನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು, ಕೆಲವು ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದು ಅದನ್ನು ಸೇವಿಸುವವರಿಗೆ ಯೌವನವನ್ನೂ ಐಶ್ವರ್ಯವನ್ನೂ ಖೇಚರ ಗಮನಶಕ್ತಿಯನ್ನೂ ಕೊಡಲು ಸಮರ್ಥವಾಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ನಂಬಿಕೆ. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ, ಕ್ಷುದ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಲು ಶಕ್ತವಾಗುವಂತೆ ಪಾದರಸವನ್ನು ಯಾವರೀತಿ ಸಂಸ್ಕರಿಸಬೇಕು ಎಂಬುದರ ವಿವರಣೆಗಳೂ ಅನೇಕವಾಗಿವೆ.

ಭಾರತೀಯ ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಪ್ರಯೋಗ ವಿಧಾನಗಳಲ್ಲಿ ಚತುರರಾಗಿದ್ದರು. ರಸಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಸಂಸ್ಕರಿಸಲು ಸುಸಜ್ಜಿತವಾದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಅವುಗಳಿಗೆ ರಸಶಾಲೆಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರಿದ್ದಿತು. ರಸರತ್ನ ಸಮುಚ್ಚಯ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ರಸಶಾಲೆಯೊಂದರ ವಿವರಣೆಯಿದೆ. ರಸಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ನಾನಾಬಗೆಯ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಅವರು ರಚಿಸಿದ್ದರು. ಮೂಷ್ಯ, ಡೋಲಾ, ಸ್ವೇದನೀ, ಪಾತನ, ದೀಪಿಕಾ, ಢೇಕಿ, ಹಂಸಪಾಕ, ವಾಲುಕಾ, ಲವಣ, ನಳಿಕಾ, ಭೂಧರ, ಕೋಷ್ಠಿ, ವಿದ್ಯಾಧರ, ನಾಭಿ, ಧೂಪ, ಸೋಮಾನಲ ಮುಂತಾದ ಹೆಸರುಳ್ಳ ಉಪಕರಣಗಳು (ಅವುಗಳಿಗೆ ಯಂತ್ರಗಳೆಂದು ಹೆಸರಿಟ್ಟಿದ್ದರು) ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದುವು. ಬಾಷ್ಪೀಕರಣ, ಸಾಂದ್ರೀಕರಣ, ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸುವುದು, ಶೋಧಿಸುವುದು ಮರಳು, ಹಾಗೂ ಲವಣಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಕಾಯಿಸುವುದು, ಹೊರಬಿದ್ದ ಅನಿಲಗಳನ್ನು ಶೈತ್ಯಮಾಡಿ ದ್ರವರೂಪಕ್ಕೆ ತರುವುದು, ಧೀರ್ಘಕಾಲ



ಢೇಕಿಯಂತ್ರ ವಾಲುಕಾಯಂತ್ರ



ಪಾತನಯಂತ್ರ ಅಧಃಪಾತನಯಂತ್ರ



ತಿರ್ಯಕ್‌ಪಾತನಯಂತ್ರ ವಿದ್ಯಾಧರಯಂತ್ರ



ಧೂಪಯಂತ್ರ ಕೋಷ್ಠೀಯಂತ್ರ

ಭಾರತೀಯ ರಸವಾದಿಗಳು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳು

ರಸವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಾಯಿಸಿ ಸರಿಯಾದ ಪಾಕಕ್ಕೆ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುವುದು, ಘನ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಬೇಕಾದ ಹದಕ್ಕೆ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದು—ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಈ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ನಿಖರವಾಗಿ ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು.

ರಸಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ "ಮಾರಣ"ವು ಒಂದು. ಇದರಿಂದ ರಸವಸ್ತು ತನ್ನಲ್ಲಿರುವ ಹಾನಿಕರ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡು, ಪ್ರಯೋಜನಕರ ಸ್ವಭಾವವನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ಎಂದು ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. 'ಮಾರಣ' ಕ್ರಿಯೆಗಾಗಿ ಅವರು ಲೋಹಸಂಬಂಧ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಾಣಿ ಸಂಬಂಧ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಗಂಧಕವೂ ಸಹ ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಬಳಕೆಯಾಗುತ್ತಿದ್ದಿತು. ರಸ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಪರಿಶೋಧನೆಯು ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದುದೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ 'ಮಾರಣ'ವೇ ಮುಂತಾದ ಅನೇಕ ಸಂಸ್ಕಾರಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಭಾರತೀಯ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಪ್ರಧಾನವಾಗಿ ಶರೀರ ಪೋಷಣೆ ಹಾಗೂ ಉತ್ತೇಜನಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತಹ ರಸೌಷಧಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಹೆಚ್ಚು ಗಮನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟದ್ದಿತು. ಕೃತಕ ಬಂಗಾರದ ತಯಾರಿಕೆಗೆ ಅಷ್ಟು ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರಲಿಲ್ಲವೆಂದರೆ ಬಹುಶಃ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು. ಕೃತಕ ಬಂಗಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಅನೇಕ ಗ್ರಂಥಗಳು ವಿವರಿಸಿವೆ. **ಸುವರ್ಣತಂತ್ರ** ಎಂಬ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಗ್ರಂಥವೇ ಇದೆ. ಆದರೂ ಈ ತಂತ್ರ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ನಿರತರಾದವರ ಸಂಖ್ಯೆ ಕಡಮೆ. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ಭಾರತೀಯ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಯೂರೋಪ್ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಹದಿನೈದು-ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ವೈದ್ಯಕೀಯ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Iatro-Chemistry) ಕ್ಕಿಂತ ಮುಂಚಿತವಾಗಿಯೇ ಪ್ರಯೋಜನಕರ ಔಷಧಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ್ದಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ಪೆರಾಸೆಲ್ಸಸ್ (ಕಿ. ಶ. ೧೪೯೦-೧೫೪೧) ಎಂಬುವನು ರಸವಿದ್ಯೆಯು ರೋಗಗಳ ಪರಿಹಾರಮಾಡುವಂತಹ ಮದ್ದುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಬೇಕು ಎಂದು ಘೋಷಿಸಿ, ರಸವಿದ್ಯೆಯ ಧ್ಯೇಯಗಳನ್ನೇ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟನು. ಶರೀರವು ರಾಸಾಯನಿಕವಾದುದೆಂದೂ ಅದರ ರೋಗಗಳಿಗೆ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪರಿಹಾರಗಳಿರಬೇಕು ಎಂದೂ ಅವನ ವಾದ. ಭಾರತೀಯ ರಸಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಾದರೋ ಶರೀರದ ರೋಗಗಳಿಗೆ ರಸೌಷಧಿಗಳನ್ನು ಯಥೋಚಿತವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದು ವ್ಯವಹಾರದಲ್ಲೂ ತಂದುಕೊಡಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಒಂದು ಮುಖ್ಯವಿಚಾರವನ್ನು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಭಾರತೀಯ ರಸವಾದಿಗಳು ಶರೀರವನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳಮೂಲಕ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಶರೀರದ ರಚನೆ ಹಾಗೂ ಅದರ

ಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ತಾಂತ್ರಿಕರಂತೆಯೇ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಅಂತಿಮವಾಗಿ ರಸೌಷಧಿಗಳ ಸೇವನೆಯಿಂದ ದಿವ್ಯಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆಯುವುದೇ ಅವರ ಗುರಿಯಾಗಿದ್ದಿತೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಕ್ರಿ. ಶ. ಏಳನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ತಲೆದೋರಿದ ರಸವಿದ್ಯೆಯು ಬಹುಬೇಗ ವೃದ್ಧಿಹೊಂದಿ, ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ಅನೇಕ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಥಾಪನೆಯಾಗಿದ್ದಿತು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಬಿಹಾರ, ಬಂಗಾಳ ಪ್ರದೇಶಗಳು, ಪೂರ್ವತೀರ ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳು, ದಕ್ಷಿಣಭಾರತ, ಕಾಶ್ಮೀರ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಅದು ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ತಾಂತ್ರಿಕರು, ಶಿವ-ಶಕ್ತಿ ಉಪಾಸಕರು ಮತ್ತು ತಮಿಳುನಾಡಿನ ಸಿದ್ಧಯೋಗಿಗಳು ರಸವಿದ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಣತರಾಗಿದ್ದರು.

ರಾಸಾಯನಿಕ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಸಾಧನೆಗಳು

ರಾಸಾಯನಿಕಜ್ಞಾನ, ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಹಾಗೂ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಮೂರುಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿಯೇ, ಅಂದರೆ ಸಿಂಧೂನದಿಯ ನಾಗರಿಕತೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕಾಣಬಹುದು. ಅಲ್ಲಿಯ ಜನರು ಅನೇಕ ಬಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆಭರಣಗಳಿಗಾಗಿ, ಅಂದಚೆಂದಗಳಿಗಾಗಿ, ಔಷಧಿಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ, ಪ್ರಕೃತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳು ಉಪಯೋಗವಾಗುತ್ತಿದ್ದವು. ಸಿಂಧೂನದಿಯ ಬಯಲಿನ ನಾಗರೀಕರಿಗೆ ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು, ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು ಮತ್ತು ಪೋಷಿಸುವ ರೀತಿಗಳ ಅರಿವಿದ್ದಿತು.

ಇತ್ತೀಚಿನ ಪ್ರಾಚ್ಯಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ವಿವರಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ಜಿಪ್‌ಸಂ (ಕ್ಯಾಲ್ಸಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್) ಮತ್ತು ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಮಹೆಂಜದಾರೊ-ಹರಪ್ಪ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಗಾರೆಮಾಡಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ಸ್ವಲ್ಪ ಬೂದಿಬಣ್ಣದ ಜಿಪ್‌ಸಂ ಸಿಮೆಂಟ್ ಅನ್ನು ಗೋಡೆಗಳಿಗೆ ಬಳಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಮಡಕೆಗಳಿಗೆ ಹೊಳಪನ್ನು ಕೊಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನೂ ಅವರು ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಬಗೆಬಗೆಯ ಬಣ್ಣಗಳುಳ್ಳ ಮಡಕೆ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ರೀತಿಗಳೂ ಅವರಿಗೆ ಗೊತ್ತಿದ್ದಿತು. ಆದರೆ ಈ ವಿಧಾನಗಳ ಬಗೆಗೆ ನಿಖರವಾದ ವಿವರಗಳು ಇನ್ನೂ ದೊರೆತಿಲ್ಲ. ಬಹುಶಃ ಅವರಿಗೆ ಗಾಜನ್ನು ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಗಾಜನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಕಲೆಯು ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ಐದನೆಯ ಶತಮಾನದ ವೇಳೆಗೆ ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ವಾಯುವ್ಯ ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯವಹಾರದಲ್ಲಿತ್ತೆಂದು ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಗೊತ್ತಾಗಿದೆ.

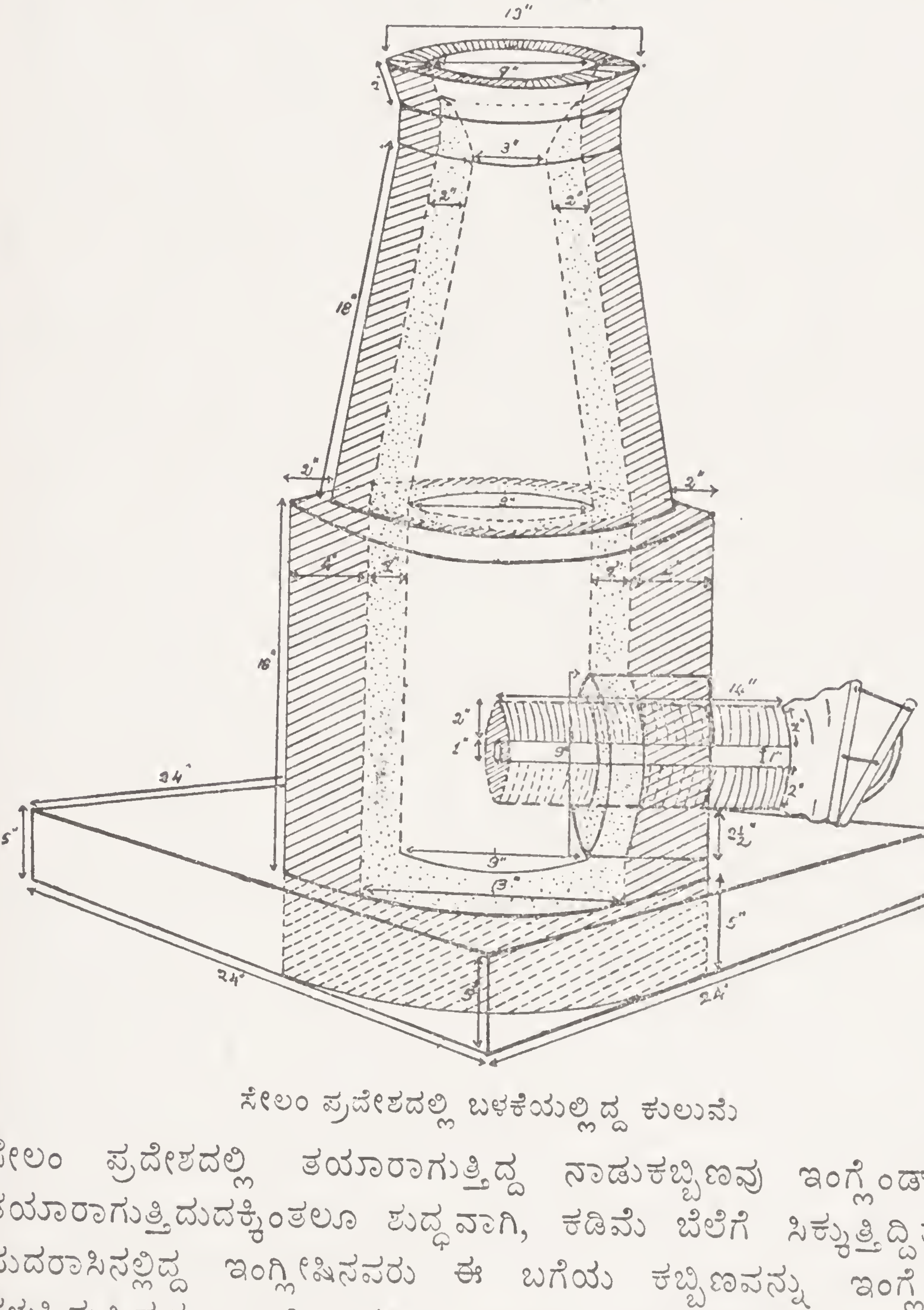
ಸಿಂಧೂನದಿ ಬಯಲಿನ ಜನರಿಗೆ ತಾಮ್ರ, ಕಂಚು, ಚಿನ್ನ ಮತ್ತು ಬೆಳ್ಳಿಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವ ವಿಧಾನ ಹಾಗೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಎರಕಹೊಯ್ದು ವಿವಿಧ

ಲೋಹವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ರೀತಿಗಳು ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶವು ಪ್ರಾಚೀನಕಾಲದಿಂದಲೂ ಲೋಹಕೈಗಾರಿಕೆಗೆ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯಾಗಿದ್ದಿತು. ಲೋಹ ಕೈಗಾರಿಕೆಯು ಹದಿನೆಂಟು ಮುಖ್ಯ ಕುಶಲಕಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಾಗಿದ್ದಿತೆಂದು ಬೌದ್ಧ ಜಾತಕಗಳು ತಿಳಿಸುತ್ತವೆ. ಮೆಗಾಸ್ಥನೀಸನು ಕ್ರಿ. ಪೂ. ನಾಲ್ಕನೆಯ ಶತಮಾನ ದಲ್ಲಿಯೇ ಚಿನ್ನ, ಬೆಳ್ಳಿ, ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣಗಳು ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಹೇರಳ ವಾಗಿದ್ದುವೆಂದೂ ಅವುಗಳನ್ನು ಹೊರದೇಶದವರು ಪಡೆಯಲು ಕಾತುರರಾಗಿ ದ್ದರೆಂದೂ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಕೌಟಿಲ್ಯನ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನಾನಾ ಬಗೆಯ ಅದುರುಗಳು, ಲೋಹಗಳು, ಅವುಗಳನ್ನು ಶುದ್ಧಿಮಾಡುವ ರೀತಿ, ಅವುಗಳ ಗುಣ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ಬಗೆ-ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳ ವಿವರಣೆ ಇದೆ. ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಭಾರತದ ಲೋಹಪದಾರ್ಥಗಳು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ಜನರನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದುವು.

ಲೋಹವನ್ನು ಎರಕಹೊಯ್ಯುವುದರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯರು ಚತುರರಾಗಿದ್ದರು. ಎರಕಹೊಯ್ದು ತಯಾರಿಸಿರುವ ಕೆಲವು ಪ್ರತಿಮೆಗಳು ಇಂದಿಗೂ ಅಚ್ಚಳಿಯದೆ ಇವೆ. ಉದಾ: ದೆಹಲಿಯ ಕುತುಬ್‌ಮಿನಾರ್ ಬಳಿ ಇರುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ಸ್ತಂಭ (೧೪೦೩ನೇ ಪುಟದ ಎದುರಿನ ಛಾಯಾಚಿತ್ರ ನೋಡಿ). ಇದರ ಎತ್ತರ ೨೩ ಅಡಿ ೮ ಅಂಗುಲ (ನೆಲದೊಳಗೆ ಒಂದುಅಡಿ ಎಂಟು ಅಂಗುಲ) ; ಇದರವ್ಯಾಸವು ಕೆಳಗಡೆ ೧೬.೪ ಅಂಗುಲವಿದ್ದು ಮೇಲುಗಡೆಗೆ ೧೨ ಅಂಗುಲದವರೆಗೂ ಇದೆ; ಸಾಪೇಕ್ಷ ಸಾಂದ್ರತೆ ಸುಮಾರು ೭.೫; ತೂಕ ಆರುಟನ್‌ಗಳಿಗೂ ಮೀರಿ ಇದೆ. ಇದು ೯೯.೭೨% ಶುದ್ಧವಾಗಿದ್ದು, ನಾಡುಕಬ್ಬಿಣದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ಬಹುಶಃ ಕ್ರಿ.ಶ. ಐದನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಈ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕಂಬವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರಬಹುದು. ಅಂದಿ ನಿಂದ ಇದುವರೆಗೂ, ಎಂದರೆ ಸುಮಾರು ಸಾವಿರದ ಐನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ತುಕ್ಕು ಹಿಡಿಯದೆ, ರೂಪ ಬದಲಾಯಿಸದೆ ಶಾಶ್ವತವಾಗಿರುವಂತೆ ಈ ಕಂಬವು ಇರುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯವೇ. ದೆಹಲಿಯ ಬಳಿ ಇರುವ ಕಬ್ಬಿಣಕಂಬಕ್ಕಿಂತಲೂ ದೊಡ್ಡ ದಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಕಂಬವು ಮಾಲವಪ್ರದೇಶದ ಧಾರ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ಎರಡು ತುಂಡು ಗಳಾಗಿ ಬಿದ್ದಿದೆ. ಅದರ ಕಬ್ಬಿಣವು ೯೯-೮% ಶುದ್ಧ. ಗುಪ್ತರ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎರಕ ಹೊಯ್ದಿರಬಹುದೆಂದು ಹೇಳಲಾದ ಕಂಚಿನ (ಅಥವಾ ತಾಮ್ರ ?) ಬುದ್ಧನ ಪ್ರತಿಮೆ ಯೊಂದು ಈಗ ಬರ್ಮಿಂಗ್‌ಹ್ಯಾಂ ಮ್ಯೂಸಿಯಂನಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ೧೮೬೪ರಲ್ಲಿ ಬಿಹಾರಿನ ಸುಲ್ತಾನ್‌ಗಂಜ್ ಬಳಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಬುದ್ಧ ವಿಹಾರವೊಂದರ ಪಾಳುಪ್ರದೇಶ ದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿತು. ಏಳೂವರೆ ಅಡಿ ಎತ್ತರವಿರುವ ಈ ಮೂರ್ತಿಯ ತೂಕ ಸುಮಾರು ಒಂದು ಟನ್. ಈ ಉದಾಹರಣೆಗಳಿಂದ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಲೋಹಕೈಗಾರಿಕೆಯು ಎಂತಹ ಉನ್ನತಮಟ್ಟದಲ್ಲಿತ್ತೆಂಬುದನ್ನು ಮನಗಾಣಬಹುದು.

ಕಬ್ಬಿಣದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯು ಪ್ರಾಯಶಃ ಕ್ರಿ. ಪೂ. ೧೦೦೦ ವೇಳೆಗೆ ಆರ್ಯರಿಂದ

ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಿದ್ದಿರಬಹುದು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಆಧಾರಗಳಿವೆ. ಆದರೆ ಆ ಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿವರಗಳು ಇನ್ನೂ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದಿಲ್ಲ. ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಅದುರುಗಳು ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯವು ಮತ್ತು ಯಥೇಚ್ಛವಾಗಿ ದೊರೆಯುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ ಕಬ್ಬಿಣದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯು ಉಚ್ಛ್ರಾಯಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಿರಬೇಕು. ಕ್ರಿ. ಶ. ಹದಿನೆಂಟು ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಹ



ಸೇಲಂ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕುಲುಮೆ

ಸೇಲಂ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದ್ದ ನಾಡುಕಬ್ಬಿಣವು ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್‌ನಲ್ಲಿ ತಯಾರಾಗುತ್ತಿದುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಶುದ್ಧವಾಗಿ, ಕಡಿಮೆ ಬೆಲೆಗೆ ಸಿಕ್ಕುತ್ತಿದ್ದಿತಂತೆ. ಮದರಾಸಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಇಂಗ್ಲೀಷಿನವರು ಈ ಬಗೆಯ ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಲ್ಲಿ ಇದರಿಂದ ಉಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಣ್ಣ ಸಣ್ಣ ಕುಲುಮೆಗಳನ್ನು ತಾವೇ ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡು, ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ದೊರೆಯುವ

ಕಬ್ಬಿಣದ ಅದುರನ್ನು ಶೋಧಿಸಿಕೊಂಡು, ಕೇವಲ ಇದ್ದಿಲಿನ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ಸೇಲಂ ಪ್ರದೇಶದ ಜನರು ಹೇಗೆ ಉನ್ನತವಾದ ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು ಎಂಬುದನ್ನು ಮದರಾಸಿನಲ್ಲಿರುವ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ರೆಕಾರ್ಡ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಅಂತಹ ಕುಲುಮೆಯೊಂದರ ರೂಪವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಕಂಚು ಲೋಹಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಭಾರತೀಯರು ನಿಷ್ಣಾತರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಜಾಸ್ಥಾನ್ ಮತ್ತು ಬಿಹಾರ್ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಹಿಂದೆಯೇ ತಾಮ್ರದ ಕೈಗಾರಿಕೆಯು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿದ್ದಿತೆಂದು ತಿಳಿಸುವ ಅನೇಕ ಪ್ರಾಚೀನ ಉಳಿಕೆಗಳು ದೊರೆತಿವೆ. ತವರ ಹಾಗೂ ಸೀಸವನ್ನು ಬಹುಶಃ ಪರ್ಷಿಯಾ ದೇಶದಿಂದ ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಬೇಕಾದ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಕೌಶಲ್ಯದಲ್ಲಿ ಮಹೆಂಜದಾರೊ-ಹರಪ್ಪನರೂ ಸಹ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ರಾಗಿದ್ದರು. ಸೀಸಯುಕ್ತ ಕಿಟ್ಟಗಳು ಮಹೆಂಜದಾರೊ ಬಳಿ ದೊರಕಿವೆ.

ಲೋಹಕೈಗಾರಿಕೆಯ ಜೊತೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಇತರ ರಾಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆ ಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಭಾರತೀಯರು ಪರಿಶ್ರಮವನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಬಟ್ಟೆಗಳಿಗೆ ಬಗೆಬಗೆಯ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಹಾಕುವುದು, ಗೋಡೆಗಳನ್ನು ಲೇಪಿಸಲು ಹಾಗೂ ಲೋಹಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಲು ಸಿಮೆಂಟ್‌ನಂತಹ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು, ಲೋಹಗಳ ಮೇಲ್ಮೈಯನ್ನು ರಾಸಾಯನಿಕವಾಗಿ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸುವುದು, ಹುದುಗಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳು, ವಿಧವಿಧ ಸುಗಂಧದ್ರವ್ಯಗಳನ್ನು ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸಸ್ಯವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಬೇರ್ಪಡಿಸುವುದು, ಎಣ್ಣೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದು-ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳಲ್ಲಿ ಅವರು ಪರಿಣತರಾಗಿದ್ದರು. ನವರತ್ನಗಳ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ನಿಸರ್ಗದತ್ತವಾದ ನವರತ್ನಗಳ ಲಕ್ಷಣ, ಗುಣಾವಗುಣಗಳನ್ನು ವಿವೇಚಿಸಿ, ಅವು ಗಳನ್ನು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾಗಿ ವರ್ಗೀಕರಣ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಅವುಗಳನ್ನು ರಾಸಾ ಯನಿಕವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದರು.

ಆಯುರ್ವೇದ ಪಂಡಿತರೂ ರಾಸಾಯನಿಕ ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳೂ ಕ್ಷಾರ, ಲವಣ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಗಳ ಪರಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಕ್ಷಾರಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿ ಸಾರಣೀಯ (ಶರೀರದ ವ್ರಣಗಳ ಮೇಲೆ ಲೇಪನಾದಿಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಲು ಯೋಗ್ಯವಾದದ್ದು) ಮತ್ತು ಪಾನೀಯ (ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿ ಸೇವಿಸಲು ಯೋಗ್ಯವಾದದ್ದು) ಎಂದು ಎರಡು ವಿಧಗಳಾಗಿ ಪರಿಗಣಿಸಿದ್ದರು. ಪ್ರತಿಸಾರಣ ಕ್ಷಾರವನ್ನು ಮೃದು, ಮಧ್ಯಮ, ತೀಕ್ಷ್ಣ ಎಂದು ಮೂರು ಭೇದಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಿ ದ್ದರು. ಪ್ರತಿಸಾರಣ ಕ್ಷಾರಗಳನ್ನೂ ಕಾಷ್ಠಗಳನ್ನೂ ಸುಟ್ಟು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಂದರೆ ಸಸ್ಯ ವಸ್ತುವಿನ ಬೂದಿಯನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕದರಿ (ಕೆಲವು ವೇಳೆ ಗೋ ಮೂತ್ರವನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು), ಶೋಧಿಸಿ, ಬಂದ ಕ್ಷಾರೋದಕವನ್ನು ದೊಡ್ಡ ಹಂಡೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಸಾಂದ್ರೀಕರಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತಿಳಿದಿದ್ದರು. ಸುಣ್ಣ

ಕಲ್ಲು, ಕಪ್ಪೆಚಿಪ್ಪು, ಶಂಖನಾಭಿ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸುಟ್ಟು ಕ್ಷಾರಗಳಲ್ಲಿ ಬೆರೆಸಿ ಬೇಕಾದ ಹದಕ್ಕೆ ತರುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರಿಗೆ ಯವಕ್ಷಾರ (ಪೊಟ್ಯಾಷ್), ಸರ್ಜಿಕಕ್ಷಾರ (ನೇಟ್ರಾನ್), ಮತ್ತು ಟಂಕಣ (ಬೊರ್ರ್ಯಾಕ್ಸ್) ಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಗೊತ್ತಿದ್ದುವು.

ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಐದು ವಿಧ ಲವಣಗಳ ಪರಿಚಯವಿದ್ದಿತು. ಅವು ಯಾವುವೆಂದರೆ: ಸೌವರ್ಚಲ (ಪೊಟ್ಯಾಸಿಯಂ ನೈಟ್ರೇಟ್), ಸೈಂಧವ (ಕಲ್ಲುಪ್ಪು), ವಿತ್ (ಒಂದು ಬಗೆಯ ಕಂದುಬಣ್ಣದ ಲವಣ; ಬಹುಶಃ ಉಪ್ಪು, ಸೋಡಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್, ಅಲ್ಯೂಮಿನಿಯಂ, ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣ ಸಂಯುಕ್ತ ವಸ್ತುಗಳ ಮಿಶ್ರಣ). ಔದ್‌ಬಿದ (ಸೋಡಿಯಂ ಮೆಗ್ನೀಸಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್, ಕ್ಲೋರೈಡ್, ಕಾರ್ಬೋನೇಟ್‌ಗಳ ಮಿಶ್ರಣ) ಮತ್ತು ಸಾಮುದ್ರ (ಅಡಿಗೆಯ ಉಪ್ಪು). ನವಾಸಾಗರ (ಅಮೋನಿಯಂ ಕ್ಲೋರೈಡ್) ವೂ ಚೂಲಿಕಾ ಲವಣ ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿತ್ತು.

ಅನೇಕ ಫಲರಸಗಳಲ್ಲಿರುವ ಆಮ್ಲವಸ್ತುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳು ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ತಿಳಿದಿದ್ದುವು. ಕೆಲವು ಲೋಹವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಶುದ್ಧಿಗೊಳಿಸಲು ಇವುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ, ಖನಿಜಾಮ್ಲಗಳ ವಿಚಾರವು ಅವರಿಗೆ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿದಿದ್ದಂತೆ ಕಾಣಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಖನಿಜಾಮ್ಲಗಳು ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುವಂತಹ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಮಿಶ್ರಣಗಳನ್ನು ಅವರು ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಬಳಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ಗುಣಲಕ್ಷಣಗಳ ಪರಿಚಯವು ಕ್ರಿ.ಶ. ಹದಿನಾರನೆಯ ಶತಮಾನದವರೆಗೂ ಅವರಿಗಿರಲಿಲ್ಲ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು.

ಹಿಂದೆ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ, ಭಾರತೀಯ ಪಂಡಿತರೂ ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳೂ ಅನೇಕ ವಿಧವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಚತುರರಾಗಿದ್ದರೂ ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರವೊಂದು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ. ಕಾರಣ, ಅವರು ಪಾರಂಪರ್ಯವಾಗಿ ಬಂದಿದ್ದ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದರೇ ಹೊರತು, ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಆ ಪದ್ಧತಿಗಳ ಒಳಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಪಡಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ, ತಾತ್ವಿಕವಾಗಿ ಚಿಂತನೆಮಾಡಲು ಶಕ್ತರಾಗಿದ್ದವರು ಸಾಮಾಜಿಕವಾಗಿ ಉನ್ನತಮಟ್ಟದವರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರಿಗೆ ಲೋಹಕರ್ಮ, ರಸಾಯನವಸ್ತುಗಳ ತಯಾರಿಕೆಗಳು, ಶೋಧನೆ, ಭಟ್ಟಿ ಇಳಿಸುವುದು ಮುಂತಾದವುಗಳ ಸಮೀಕ್ಷಣೆ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಹಿಡಿಸಲಿಲ್ಲ. ಭಾರತೀಯ ಪರಮಾಣುವಾದವು ತರ್ಕಪಂಡಿತರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿತ್ತು. ಕೇವಲ ಭೌತಿಕ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಪರಮಾಣುವಾದದ ಸಮರ್ಥಕರು ತಮ್ಮಲ್ಲೇ ಆದ ವಾದವಿವಾದಗಳಲ್ಲಿ ಮಗ್ನರಾಗಿದ್ದರು. ಭಾರತೀಯ ಪರಮಾಣುವಾದವು ರಾಸಾಯನಿಕ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಎಂದೂ ಪ್ರಯತ್ನಪಡಲೇ ಇಲ್ಲ.

ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ, ಗಣಿತ, ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ, ವೈದ್ಯ, ಭೌತಿಕ ವಿಚಾರಗಳು, ರಸವಿದ್ಯೆ ಮತ್ತು ರಾಸಾಯನಿಕ ಜ್ಞಾನಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯರು ಪ್ರಾಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದ್ದರೆಂದು ನಿಸ್ಸಂದೇಹವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಇವುಗಳಲ್ಲದೆ, ಜೀವವಿಜ್ಞಾನ, ಗಜಾಶ್ವಗಳ ವೈದ್ಯ, ವಾಸ್ತುಶಿಲ್ಪ, ಯಂತ್ರವಿದ್ಯೆ ಮೊದಲಾದವುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅವರು ಪರಿಣತರಾಗಿದ್ದರು. ಹಸ್ತ್ಯಾಯುರ್ವೇದ, ವೃಕ್ಷಾಯುರ್ವೇದ, ಹಯಶಾಸ್ತ್ರಗಳು ಇತರ ದೇಶಗಳ ವೈದ್ಯರ ಮನಸ್ಸನ್ನೂ ಸೆಳೆದಿದ್ದವು.

ಈಗ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆ ಉದ್ಭವಿಸುವುದು ಸಹಜ. ಭಾರತೀಯರು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ನಿಷ್ಣಾತರಾಗಿದ್ದರೂ ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾಗಿದ್ದರೂ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹದಿನಾರು-ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದಂತೆ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಏಕೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಲಿಲ್ಲ ಎಂಬುದೇ ಆ ಪ್ರಶ್ನೆ. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಾಗಿ ಅನೇಕ ಚಾರಿತ್ರಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳು ಹದಿಮೂರು, ಹದಿನಾಲ್ಕು ಮತ್ತು ಹದಿನೈದನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದುಗೂಡಿದುವು. ಆಗ, ವಾಣಿಜ್ಯ ವ್ಯವಹಾರಗಳಿಂದ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪಟ್ಟಣಗಳು ಬೆಳೆದುವು. ಅಲ್ಲಿಯ ಮಧ್ಯಮವರ್ಗದ ವ್ಯಾಪಾರಿಗಳು ಕಲಾವಿದರಿಗೆ, ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳಿಗೆ, ದಾರ್ಶನಿಕರಿಗೆ ಹಾಗೂ ಇತರ ಪಂಡಿತರಿಗೆ ಅವರವರ ಧ್ಯೇಯಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನೆರವಾದರು. ಇದರಿಂದ ಅವರು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಆಲೋಚಿಸಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಅವಕಾಶವೇರ್ಪಟ್ಟಿತು. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಅನೇಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳೂ ಹುಟ್ಟಿಕೊಂಡುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಳೆಯ ನಂಬಿಕೆಗಳು, ಮತೀಯ ಭಾವನೆಗಳು, ಅರಿಸ್ಟಾಟಲನ ಭೌತಿಕ ಕಲ್ಪನೆಗಳು, ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ಚರ್ಚೆಮಾಡಲು ಅವಕಾಶವಿರುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಇಂತಹ ಒಂದು ಬೌದ್ಧಿಕ ಸನ್ನಿವೇಶದಲ್ಲಿ ಹೊಸ ಹೊಸ ಕಲ್ಪನೆಗಳು ಮೇಲೇರಿಬಂದುವು. ಇದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರವೂ ಮುಂದುವರಿಯುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಭೌತಿಕ ವಿಷಯಗಳಿಗೂ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ತತ್ವಗಳಿಗೂ ಹೊಂದಾಣಿಕೆಯುಂಟಾಯಿತು. ಜ್ಞಾನಪ್ರಸಾರವೂ ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ಅನೇಕ ನಿಘಂಟುಗಳು ಪ್ರಕಟವಾದುವು. ಹೀಗೆ ಅನೇಕ ಕಾರಣಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ರೂಪುಗೊಳ್ಳಲು ಆಸರೆಯಾದುವು. ಇಂತಹ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಎಂದೂ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ.

ಅಲ್ಲದೆ, ಭಾರತದ ಸಾಮಾಜಿಕ ರಚನೆ ಮತ್ತು ವ್ಯವಹಾರಗಳೂ ಬೌದ್ಧಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಗೆ ಸಹಕಾರಿಯಾಗಲಿಲ್ಲ. ಜಾತಿಬೇಧಗಳಿಂದ ತಾತ್ವಿಕರೂ ಕುಶಲಕರ್ಮಿಗಳೂ ಮಿಲನವಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದಿದ್ದುದರಿಂದ ತತ್ವಗಳಿಗೆ ತಕ್ಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳು, ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತತ್ವನಿರೂಪಣೆ—ಈ ತೆರನಾದ ಆಲೋಚನಾ ಕ್ರಮಗಳು ಸಿದ್ಧಿಸಲಿಲ್ಲ. ಜೊತೆಗೆ, ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಎರಗಿಬರುತ್ತಿದ್ದ

ರಾಜಕೀಯ ಗೊಂದಲವೂ ಬೌದ್ಧಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಕುಂಠಿತಗೊಳಿಸಿದುವು. ರಾಜಾಶ್ರಯವು ದೊರಕುತ್ತಿದ್ದ ವಿಷಯಗಳು ಮಾತ್ರ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಮುಂದುವರಿದುವು. ಸುಭದ್ರವಾದ ಮಧ್ಯಮವರ್ಗದ ನೆರವಿಲ್ಲದೆ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ವಿಚಾರಮಾಡಲು ಪಂಡಿತರಿಗೂ ದಾರ್ಶನಿಕರಿಗೂ ಕುಶಲ ಕರ್ಮಿಗಳಿಗೂ ಕಷ್ಟಸಾಧ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದಿತು. ಹೀಗಾಗಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ರೂಪತಾಳಲು ತಕ್ಕ ಪ್ರಚೋದಕಶಕ್ತಿಗಳು ಇರಲಿಲ್ಲ.

ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಅಡಿ ಇಟ್ಟದ್ದು ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಅಂತ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ. ಅದೂ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಕೆಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸೇವಾಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಮತ್ತು ಆ ಕಂಪೆನಿಯ ಕೆಲವರು ಅಧಿಕಾರವರ್ಗದವರ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದಲೇ. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳ ಬೋಧನೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಆರಂಭವಾದದ್ದು ಹತ್ತೊಂಭತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ. ಆದರೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣವು, ಬಹುಜನರು ಪಡೆಯುವಂತೆ, ರೂಪಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ತಾಂತ್ರಿಕ ಶಿಕ್ಷಣವು ತಮ್ಮ ವ್ಯಾಪಾರ, ವ್ಯವಹಾರಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಮಾತ್ರ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯವರೂ ತರುವಾಯ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರ್ಕಾರವೂ ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಪೋಷಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರ, ಭೂಗರ್ಭ ವಿಜ್ಞಾನ, ವಾಯುಗುಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೇ ನಡೆದುವು. ಭೌತಿಕ, ರಾಸಾಯನಿಕ, ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಅಧಿಕಾರ ವರ್ಗದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕೈಗೊಳ್ಳಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಕಳೆದ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಹತ್ತು-ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಈ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ತುತ್ಯರ್ಹವಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಆಶುತೋಷ್ ಮುಖರ್ಜಿ (ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ), ಜಗದೀಶ್ ಚಂದ್ರಬೋಸ್ (ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ) ಮತ್ತು ಪ್ರಫುಲ್ಲ ಚಂದ್ರ ರಾಯ್ (ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ) ಅವರು ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಈ ಶತಮಾನದ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕರಾದರು.

(ಈ ಲೇಖನವು ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ನೆರವಾದ ದೆಹಲಿಯ ಹಿಂದೂ ಕಾಲೇಜಿನ ಸಂಸ್ಕೃತ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಶ್ರೀ ಎಂ. ರಾಮಕೃಷ್ಣಭಟ್ ಅವರಿಗೆ ನಾನು ಕೃತಜ್ಞ.)

ಗತಕಾಲದ ಬಗ್ಗೆ ಕುರುಡು ಅಭಿಮಾನ, ಪೂಜ್ಯಭಾವನೆಗಳು ಸರಿಯಲ್ಲ. ಅದರ ಬಗ್ಗೆ ತಿರಸ್ಕಾರ ಮನೋಭಾವವೂ ಅಷ್ಟೆ; ತಕ್ಕುದಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ, ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದೊಂದೂ ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿಗೆ ಯೋಗ್ಯ ಆಧಾರವಾಗಲಾರದು. ವರ್ತಮಾನ, ಭವಿಷ್ಯಗಳು ಗತಕಾಲದ ಬಸುರಿನಿಂದ ಹೊಮ್ಮಿ ಬೆಳೆಯುವುವು, ಅದರ ಮುದ್ರೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿರುವುವು; ಇದು ಅನಿವಾರ್ಯ. ಇದನ್ನು ಮರೆಯುವುದು ತಳಪಾಯವಿಲ್ಲದೆ ಕಟ್ಟಡ ಕಟ್ಟಿದಂತೆ, ಪೋಷಣೆ ನೀಡುವ ಬೇರನ್ನು ಕಡಿದುಹಾಕಿದಂತೆ. ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ ಜನತೆಯ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುವ ಅತ್ಯಂತ ಬಲಯುತವಾದ ಪ್ರೇರಕ ಶಕ್ತಿಯೊಂದನ್ನು ಕಡೆಗಣಿಸಿದಂತಾಗುತ್ತದೆ.

—ಪಂಡಿತ ಜವಹರಲಾಲ್ ನೆಹ್ರು

ಡಾ|| ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್

ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ

ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತೀಯರ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ತಕ್ಕ ಮಟ್ಟಿನ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ನಿರೂಪಣೆ ಕೆಲಕಾಲದ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಕಟವಾದ ಈ ಲೇಖಕನ ಎರಡು ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುತ್ತದೆ.* ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತೀಯರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ತಿರುಳನ್ನು ಓದುಗರ ಮುಂದಿಟ್ಟು, ಕೆಲವು ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.†

ಭಾರತೀಯರು ಮಾಡಿರುವ ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಾಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ದಾಶಮಿಕ ಸಂಖ್ಯಾ ಕ್ರಮವನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಅಂಕಗಣಿತದ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿದುದು ಮೊದಲನೆಯ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಒಂಬತ್ತು ಚಿಹ್ನೆಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳ ಜತೆಗೆ ಸೊನ್ನೆ ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡು ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬರೆಯುವ ಕ್ರಮಕ್ಕೆ ದಾಶಮಿಕ ಸಂಖ್ಯಾ ಕ್ರಮವೆಂದು ಹೆಸರು. ವೇದಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಾಲ್ಮೀಕಿ ರಾಮಾಯಣದಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ದೊಡ್ಡ ದೊಡ್ಡ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗೆ ಬಹಳ ಹಿಂದಿನಿಂದಲೂ ಬಂದಿರುವ ಈ ಸಂಖ್ಯಾಕ್ರಮವನ್ನು ಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅರಬ್ಬರು ಕಲಿತುಕೊಂಡು ಪ್ರಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಚುರಪಡಿಸಿದುದರಿಂದ, ನಾಗರಿಕತೆಯು ಎಲ್ಲ ಕಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಸರ್ವತೋಮುಖವಾಗಿ ಬೆಳೆಯಲು ಆಸ್ಪದವಾಯಿತು.

ನಾಗರಿಕತೆಯ ಮೂಲಸ್ತಂಭದಂತಿರುವ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚವು ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ಋಣಿಯಾಗಿದೆ; ಇದನ್ನು ಎಲ್ಲರೂ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

---

*[1] ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಚರಿತ್ರೆ–ಎರಡನೆಯ ಭಾಗ. ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಕನ್ನಡ ಗ್ರಂಥ ಮಾಲೆ–೩೯ (೧೯೫೮)

[2] The History of Ancient Indian Mathematics· World Press Private Limited Calcutta 12

†ಪ್ರಸಕ್ತ ಲೇಖಕನ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿ ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ Ph. D. ಪದವಿ ಪಡೆದ ಡಿ. ಎ. ಸೋಮಯಾಜಿ ಅವರ ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಕಂಡು ಬರುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಇತರ ಯಾವ ಯಾವ ಗಣಿತವಿಷಯಗಳನ್ನು ಭಾರತೀಯರು ಸಾಧಿಸಿದರು ಎಂಬುದನ್ನು ವಿಹಂಗಮದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಿ, ಒತ್ತಿ ಹೇಳ ಬೇಕಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಲ್ಲೇ ಒತ್ತಿ ಹೇಳೋಣ.

(೧) ಸುಲಭ ರೇಖಾಗಣಿತ (ಜ್ಯಾಮಿತಿ): ತ್ರಿಭುಜಗಳು, ಆಯಗಳು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಗುಣಗಳು, ಸಮರೂಪವುಳ್ಳ ಆಕೃತಿಗಳ (similar figures) ಗುಣಗಳು. ಲಂಬಕೋನತ್ರಿಭುಜದಲ್ಲಿ (right angled triangle), ಕರ್ಣದ ವರ್ಗವು ಬಾಹುಗಳ ವರ್ಗಗಳ ಮೊತ್ತಕ್ಕೆ ಸಮ ಎಂಬ ಪ್ರಮೇಯಕ್ಕೆ ಪೈಥಾಗೊರಸನ ಪ್ರಮೇಯ ಎಂಬ ಹೆಸರು ನಿಂತುಹೋಗಿದೆ. ಪೈಥಾಗೊರಸ್‌ಗಿಂತ ಸುಮಾರು ಮುನ್ನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ರಚಿತವಾದ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಮೇಯವೂ ಅದರ ಮೇಲಿನ ಉದಾಹರಣೆಗಳೂ ಪ್ರಯುಕ್ತಿಗಳೂ (applications) ಉಲ್ಲೇಖಿತವಾಗಿವೆ. ಪ್ರಮೇಯಕ್ಕೆ ಬಂದಿರುವ ಈ ಹೆಸರನ್ನು ತಿದ್ದಿಕೊಳ್ಳುವುದು ಚರಿತ್ರೆಕಾರರ ಕರ್ತವ್ಯವಾಗಿದೆ.

(೨) ಕರಣಿ (surd) ಅಥವಾ ಅಭಾಗಲಬ್ಧ ಸಂಖ್ಯೆ (irrational number) ಗಳ ಬಳಕೆಯೂ ಅವುಗಳ ಮೇಲಣ ಪರಿಕರ್ಮಗಳೂ ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಅಭಾಗಲಬ್ಧ ಸಂಖ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಸನ್ನಿಹಿತ (approximate) ಬೆಲೆಯನ್ನು ಕೊಡುವ ಪ್ರಯತ್ನವೂ ನಡೆದಿದೆ. $\sqrt{2}$ ಎಂಬುದಕ್ಕೆ $1+\frac{1}{3}+\frac{1}{3 \cdot 4}-\frac{1}{3 \cdot 4 \cdot 34}$ ಎಂಬ ಐದು ದಶಮಾಂಶಗಳವರೆಗೂ ಸರಿಯಾಗಿರುವ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಸನ್ನಿಹಿತ ಬೆಲೆ ಉಕ್ತವಾಗಿದೆ.

(೩) ವೃತ್ತದ ಕೆಲವು ಗುಣಗಳು ಜೈನರ ಮತಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಅಡಕವಾಗಿವೆ. ಅಂಕಪಾಶ ಮತ್ತು ವಿಕಲ್ಪ (permutations and combinations) ಎಂಬ ಗಣಿತಶಾಖೆಯ ಸುಲಭೋದಾಹರಣೆಗಳೂ ಈ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ${}_nC_r$ ಗೆ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಮಹಾವೀರಾಚಾರ್ಯನು ಕ್ರಿ. ಶ. ೮೫೦ ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟನು.

(೪) ಬೀಜಗಣಿತ (algebra) ದ ತಳಹದಿಯಾಗಿರುವಂಥ ಅವ್ಯಕ್ತಸಂಖ್ಯೆ "ಯಾವತ್ ತಾವತ್", ಇದರ ಭಾವನೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆ, ಹಾಗೂ ಋಣಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಭಾವನೆ ಮತ್ತು ಬಳಕೆ—ಇವು ಭಾರತೀಯರು ಗಣಿತಕ್ಕೆ ಎಸಗಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಸೇವೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು. ಬಹಳ ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಿಂದಲೂ ಇವುಗಳ ಬಳಕೆ ಕಂಡುಬಂದಿದೆ. ವರ್ಗಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಗಳು ಅನೇಕ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಜಟಿಲವಾದ ಕೆಲವು ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮೀಕರಣಗಳು (indeterminate equations) ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

(೫) $ax-by=c$ ಎಂಬ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು

ಸಾಧಿಸಿದವನು ಆರ್ಯಭಟ (ಕ್ರಿ. ಶ. ೪೯೯). ಈ ಸಾಧನಾಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಹಿಂದೂ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಕುಟ್ಟಕ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಈ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ಮುಂದೆ ಬಂದ ಮಹಾವೀರ, ಭಾಸ್ಕರ ಮುಂತಾದವರೂ ಚರ್ಚಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ Diophantine equation ಎಂಬ ಹೆಸರು ಬಂದಿದೆ. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ವಿತತ ಭಿನ್ನರಾಶಿಯನ್ನು (continued fraction) ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಕುಟ್ಟಕ ವಿಧಾನವೂ ತತ್ವತಃ ವಿತತ ಭಿನ್ನರಾಶಿ ವಿಧಾನದ ರೂಪಾಂತರವೇ ಆದರೂ ವಸ್ತುತಃ ಸಾಧನೆಯಲ್ಲಿ ಬೇರೆಯಾದ ರೂಪವನ್ನು ತಾಳಿರುವುದು.

(೬) $a^2+b^2=c^2$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ $a=m^2-n^2$, $b=2mn$, $c=m^2+n^2$ ಎಂಬ ಪೂರ್ಣಾಂಕಸಾಧನೆಯನ್ನು ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೬೨೮ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟನು. ಹೀಗೆಯೇ ಪೂರ್ಣಾಂಕ ಬಾಹುಗಳುಳ್ಳ ಚಕ್ರೀಯಚತುರ್ಭುಜ (cyclic quadrilateral)ಗಳನ್ನು ರಚಿಸುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಸಿದುದಲ್ಲದೆ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಚಕ್ರೀಯಚತುರ್ಭುಜದ ಕ್ಷೇತ್ರಫಲಕ್ಕೂ ಕರ್ಣಗಳಿಗೂ ಉಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುವನು.

(೭) ಆರ್ಯಭಟನಿಗೂ ಹಿಂದಿನದಾದ ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಪರಿಮಿತ ಅಂತರಗಳನ್ನು (finite differences) ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಜ್ಯಾಕೋಷ್ಟಕಗಳು (sine tables) ನಿರೂಪಿತವಾಗಿವೆ. ಈ ಕೋಷ್ಟಕಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಕುರಿತ ಸಮಸ್ಯೆ ಇನ್ನೂ ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಪರಿಹರಿದಿಲ್ಲ. ಪರಿಮಿತ ಅಂತರಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟು ಪೂರ್ವಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯರು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ವಿಚಾರ ಅತ್ಯಂತ ಗಮನಾರ್ಹವಾದುದು. ಇದನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತಾ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಎರಡನೆಯ ದರ್ಜೆಯ ಅಂತರಗಳನ್ನೂ (second order differences) ತನ್ನ **ಖಂಡಖಾದ್ಯಕ** ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವನು. ಇಷ್ಟು ಹೊರತು, ಈ ಪರಿಮಿತ ಅಂತರ ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿಯಲಿಲ್ಲ.

(೮) $Nx^2+1=y^2$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣಕ್ಕೆ ಭಾರತೀಯಗಣಿತದಲ್ಲಿ **ವರ್ಗಪ್ರಕೃತಿ** ಎಂಬ ಹೆಸರು. ಇದಕ್ಕೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ Pell's equation ಎಂಬ ತಪ್ಪು ಹೆಸರು ನಿಂತುಹೋಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ನ್ಯಾಯವಾಗಿ ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತ-ಭಾಸ್ಕರ ಸಮೀಕರಣ ಎಂಬ ಹೆಸರು ಸಲ್ಲತಕ್ಕದ್ದು. ಕ್ರಿ. ಶ. ೬೨೮ ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತನು ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಭಾಸ್ಕರನು (ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೧೫೦) ಚಕ್ರವಾಳ ಎಂಬ ಹೊಸ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಿದನು. ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಈ ಸಮೀಕರಣ ಸಾಧನವು ಪ್ರೌಢಗಣಿತವನ್ನವಲಂಬಿಸುತ್ತದೆ. ಲಾಗ್ರಾಂಜನು ವಿತತ ಭಿನ್ನರಾಶಿಗಳಿಂದ ಸಮೀಕರಣದ ಸಾಧನೆಯನ್ನು

೧೭೬೬ ರಲ್ಲಿ ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿದನು. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ವಿಧಾನಕ್ಕೂ ಭಾರತೀಯ ವಿಧಾನಕ್ಕೂ ಪ್ರಯೋಗದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಏನೊಂದೂ ಹೋಲಿಕೆಯಿಲ್ಲದಿರುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯವೂ ಸ್ವಾರಸ್ಯವೂ ಆದ ಸಂಗತಿ. ವಿವರಗಳನ್ನು ಪುಟ ೧೮ರ ಅಡಿಟಿಪ್ಪಣಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಸರಿಸಿರುವ ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿ ಪಡೆಯಬಹುದು.

(೯) **ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿ** (Trigonometry). ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿಯನ್ನು ಭಾರತೀಯರು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಗಣಿತಶಾಖೆಯನ್ನಾಗಿ ಬೆಳೆಸಲಿಲ್ಲ. ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನು ಸಮತಳ ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಗೋಳ ತ್ರಿಕೋನಮಿತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಸಾಧಿಸಿ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲೇ ಅಡಕಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಜ್ಯಾಕೋಷ್ಟಕಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಆಗಲೇ ಹೇಳಿದೆ. ವರಾಹಮಿಹಿರನೂ (ಕಿ. ಶ. ೫೦೫) ಭಾಸ್ಕರನೂ ಅನೇಕ ತ್ರಿಕೋನಮಿತೀಯ ಉಕ್ತಿಗಳನ್ನು (formulae) ಕಂಡು ಹಿಡಿದರು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಸಂಯುಕ್ತಜ್ಯಾ ಮತ್ತು ಕೋಜ್ಯಾಗಳಾದ Sin (x+y) ಮತ್ತು Cos (x+y) ಗಳಿಗೆ ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದಲ್ಲಿರುವ ಉಕ್ತಿಗಳನ್ನೇ ಭಾಸ್ಕರನು ತನ್ನ **ಗೋಳಾಧ್ಯಾಯ**ದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಇವನ್ನು **ಸಮಾಸಭಾವನೆ** ಮತ್ತು **ಅಂತರಭಾವನೆ** ಎಂದು ಕರೆದಿರುತ್ತಾನೆ.

(೧೦) **ಚಲನಕಲನಶಾಸ್ತ್ರ** (differential calculus)**ದ ಸ್ಥಾಪನೆ.** ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವ ಸಮಾಸ ಭಾವನೆಯ ಸೂತ್ರದಿಂದ,

$$\sin (x+1)^\circ = \sin x \cos 1^\circ + \cos x \sin 1^\circ$$

ಎಂದು ಬರುತ್ತದೆ. Cos 1° ಮತ್ತು Sin 1° ಗಳಿಗೆ ಸನ್ನಿಹಿತ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು, ಭಾಸ್ಕರನು

$$\delta (\sin x) = \cos x \, \delta x \qquad \text{(ಆಧುನಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ)}$$

ಎಂಬ ಉಕ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದನು. ಚಲನಾಂಶ(differential coefficient)ದ ಮೊಟ್ಟ ಮೊದಲನೆಯ ಉದಾಹರಣೆಯಾದ ಇದನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೧೫೦ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟನು. ಕಲನಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಬೆಳೆಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ನ್ಯೂಟನ್ (Newton)ಗೂ ಜರ್ಮನಿಯ ಲೈಬ್ನಿಟ್ಸನಿಗೂ (Leibnitz) ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಇವರಿಗಿಂತ ೫೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಭಾಸ್ಕರನು ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡು ಆರಂಭಿಸಿದನು. ಉತ್ಪನ್ನ ಫಲವು ಅದರ ಗರಿಷ್ಠ ಅಥವಾ ಕನಿಷ್ಠ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಪಡೆದಾಗ ಅದರ ಚಲನಾಂಶವು ಶೂನ್ಯ. If f (x) is Maximum or minimum, then $f'(x)=0$. ಈ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನೂ ಭಾಸ್ಕರನು ಕೊಟ್ಟನು. ಆದರೆ ಹೊಸದಾಗಿ ಆರಂಭಿಸಿದ ಈ ಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಯಾರೂ ಮುಂದುವರಿಸಲಿಲ್ಲ.

(೧೧) ಯಾವುದೇ ವೃತ್ತವಾಗಲಿ, ಅದರ ಪರಿಧಿಗೂ ವ್ಯಾಸಕ್ಕೂ ಒಂದು ಸ್ಥಿರಪ್ರಮಾಣವಿರುತ್ತದೆ.

$$\text{ಪರಿಧಿ} \div \text{ವ್ಯಾಸ} = \pi$$

ಎಂದು ಬರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಭಾರತೀಯರು ಯಾವುದೊಂದು ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಕೊಡಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳ ಕಾಲದಿಂದಲೇ ಮನಗಂಡಿದ್ದರು. ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ಚಚ್ಚೌಕವನ್ನು ರಚಿಸುವಿಕೆ, ಚಚ್ಚೌಕಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ವೃತ್ತವನ್ನು ರಚಿಸುವಿಕೆ ಎಂಬ ರಚನೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸ್ಥೂಲವಾದ ಬೆಲೆಗಳು ಶುಲ್ಬಸೂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುತ್ತವೆ. ಜೈನರ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಉತ್ತಮವಾದ $\pi = \sqrt{೧೦}$ ಎಂಬ ಬೆಲೆಯು ಸಿಗುತ್ತದೆ. ನಾವು ಈಗ ಸ್ಥೂಲಗಣಿತಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ $\pi = \frac{೨೨}{೭}$ ಎಂಬ ಬೆಲೆಯು ಗ್ರೀಕರ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸನು ಕೊಟ್ಟುದು. ಇದಕ್ಕಿಂತ ಉತ್ತಮವಾಗಿ, ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿರುವ $\pi = ೩.೧೪೧೬$ ಎಂಬ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಆರ್ಯಭಟನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೪೯೯ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟನು. ವ್ಯಾಸ ೨೦,೦೦೦ ಇದ್ದರೆ, ಪರಿಧಿ ೬೨,೮೩೨ ಆಗುತ್ತದೆ ಎಂದು ಆರ್ಯಭಟನು ಕೊಟ್ಟಿರುವನು. ಎರಡನೆಯ ಆರ್ಯಭಟ (ಕ್ರಿ.ಶ. ೯೫೦)ನು ಕೊಟ್ಟ $\pi = \frac{೬೦೦}{೧೯೧} = ೩.೧೪೧೩೬....$ ಎಂಬ ಬೆಲೆಯು ಬಳಕೆಯಲ್ಲಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸನ ಬೆಲೆಗಿಂತ ಸ್ವಲ್ಪ ಉತ್ತಮವಾದುದೇ.

ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ಬಾಹುಗಳುಳ್ಳ ಸಮಭುಜಾಕೃತಿಗಳನ್ನು (regular polygons) ರಚಿಸಿ ಈ ಬೆಲೆಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪಡೆದಿರುವಂತಿದೆ. πಗೆ ನಿಖರವಾದ ಅನಂತಕೂಟ (infinite series) ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬೆಲೆಕೊಡತಕ್ಕ

$$\tan^{-1} t = t - \frac{t^3}{3} + \frac{t^5}{5} - \cdots\cdots \qquad (t \leq 1)$$

ಎಂಬ ಕೂಟಕ್ಕೆ ಗ್ರೆಗೊರಿಯ ಕೂಟ (Gregory's series) ಎಂಬ ಹೆಸರಿದೆ. ಜೇಮ್ಸ್ ಗ್ರೆಗೊರಿ ಎಂಬಾತನು ಇದನ್ನು ೧೬೭೧ರಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟನು. ಈ ಕೂಟವನ್ನೂ ಇದರ ಸಾಧನೆಯನ್ನೂ ಕೇರಳ ದೇಶದ **ಕರಣ ಪದ್ಧತಿ** (ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೪೩೦) ಎಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಲಾಗಿದೆ. **ತಂತ್ರಸಂಗ್ರಹ** (ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೫೦೨) ಮತ್ತು **ಯುಕ್ತಿಭಾಸ** (ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೬೩೯) ಎಂಬ ಇನ್ನೆರಡು ಕೇರಳ ದೇಶದ ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲಿನ ಕೂಟದಿಂದ ಬರುವ

$$\pi/4 = 1 - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \cdots\cdots\cdots$$

ಎಂಬ ಕೂಟದ ಅನೇಕ ಪರಿವರ್ತನೆಗಳೂ ಸನ್ನಿಹಿತ ಬೆಲೆಗಳೂ ಕೊಡಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಇವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ, **ಕರಣಪದ್ಧತಿ**ಯಲ್ಲಿ $\pi = 3.1415926536$ ಎಂಬ ಹತ್ತು ದಶಮಾಂಶಗಳವರೆಗೂ ನಿಖರವಾಗಿರುವ ಬೆಲೆಯೂ, **ಸದ್ರತ್ನಮಾಲಾ** (ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೫೩೦ ಇರಬಹುದು) ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ

$$\pi = 3.14159265358979324$$

ಎಂಬ ಹದಿನೇಳು ದಶಮಾಂಶಗಳವರೆಗೂ ನಿಖರವಾಗಿರುವ ಬೆಲೆಯೂ ಕಂಡು ಬರುತ್ತವೆ.

ಕೇರಳ ದೇಶದ ಈ ಗಣಿತವು ಹಿಂದಿನ ಭಾರತೀಯರ ಗಣಿತಕ್ಕಿಂತ ಬಹು ಮಟ್ಟಿಗೆ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ್ದಾಗಿ, ಭಾಸ್ಕರನಿಗೂ ಈ ಕೇರಳ ಗಣಿತಕ್ಕೂ ನಡುವೆ ಬಹು ದೊಡ್ಡ ಅಂತರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುತ್ತದೆ. ಭಾಸ್ಕರನ ತರುವಾಯ ಕರಣಪದ್ಧತಿಯ ದಿನಾಂಕದ ಮುಂಚೆ ಎಲ್ಲಿಯೋ ಮುಖ್ಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದಿರಬೇಕು. ಅವು ಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಗ್ರಂಥ ಅಥವಾ ಗ್ರಂಥಗಳು ಸಿಕ್ಕಿಲ್ಲ.

ವಿಮರ್ಶಾತ್ಮಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ, ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತದ ನ್ಯೂನತೆ ಗಳನ್ನೂ ನಿರೂಪಿಸುವುದು ಸೂಕ್ತ.

(೧) ಗಣಿತದ ಪರಿಕರ್ಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸುವ +, −, ×, ÷, =, ( ), ಮುತಾದ ಖಚಿತವಾದ ಚಿಹ್ನೆಗಳು ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿಲ್ಲ. ಇವೆಲ್ಲಾ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತದ ಚಿಹ್ನೆಗಳು. ಈ ಚಿಹ್ನೆಗಳಿಲ್ಲದುದರಿಂದಲೂ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಪದ್ಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವ ಪದ್ಧತಿಯಿದ್ದುದರಿಂದಲೂ ಗಣಿತದ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಭಾಷೆಯು ಬೆಳೆಯದೆ, ಗಣಿತದ ಪ್ರಗತಿಗೆ ಬಲವಾದ ಆತಂಕವುಂಟಾಯಿತು.

(೨) ಅದೇನು ಕಾರಣವೋ, ದಶಮಾಂಶಗಳ ಭಾವನೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಲಿಲ್ಲ. ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳನ್ನು ಬರೆಯುವ ದಾಶಮಿಕ ಕ್ರಮವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ ಭಾರತೀಯರು, ದಶಮಾಂಶ (decimals)ಗಳ ಕ್ರಮವನ್ನು ಮನಗಾಣಲಿಲ್ಲ. ಬಿಡಿ, ಹತ್ತು, ನೂರು, ಸಾವಿರ.... ಎಂದು "ಅಂಕಾನಾಂವಾಮತೋಗತಿಃ" ಎಂಬಂತೆ ಬಲದಿಂದ ಎಡಕ್ಕೆ ದೃಷ್ಟಿಯಿಟ್ಟರೇ ಹೊರತು, ಬಿಡಿ (unit) ಸಂಖ್ಯೆ ಯಿಂದ ಬಲಕ್ಕೆ ಅವರ ದೃಷ್ಟಿ ಹೊಳೆಯಲಿಲ್ಲ.

(೩) ಗಣಿತದ ತಳಹದಿಯಲ್ಲಿ, ವ್ಯಾಖ್ಯೆಮಾಡಲಾಗದ (undefinable) ಕೆಲವು ಪದಗಳೂ, ಸಾಧಿಸಲಾಗದ ಕೆಲವು ಮೂಲಭಾವನೆಗಳೂ (axioms) ಮೂಲ ಒಪ್ಪಿಗೆಗಳೂ (postulates) ಇದ್ದೇ ಇರಬೇಕು. ಬಿಂದು, ಸರಳರೇಖೆ ಮುಂತಾದ ಪದಗಳಿಗೆ ನಿಖರವಾದ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಬಿಂದುಗಳನ್ನು ಒಂದೇ ಒಂದು ಸರಳರೇಖೆ ಕೂಡಿಸುತ್ತದೆ, ಈ ರೇಖೆಯನ್ನು ಇಕ್ಕೆಲದಲ್ಲೂ ವೃದ್ಧಿಸಬಹುದು ಎಂಬ ಪ್ರಮೇಯವನ್ನು ಸಾಧಿಸಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇಂತಹುದನ್ನು ಮೂಲಭಾವನೆ ಅಥವಾ ಸ್ವತಸ್ಸಿದ್ಧ ಪ್ರಮಾಣ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ದೇವರು ಇದ್ದಾನೆ,

ಪರಮಾತ್ಮನು ಅನಾದಿ ಮುಂತಾದ ಮೂಲಭಾವನೆಗಳನ್ನು ಭಾರತೀಯರು ತತ್ವ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಿದರು. ಗಣಿತಕ್ಕೆ ಇಂತಹ ಭಾವನೆಗಳನ್ನು ತಾರದೆ, ಪ್ರಮೇಯು ಗಳ ಸಾಧನೆಗೆ ನಿಖರತೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಗ್ರೀಕರ ಯೂಕ್ಲಿಡ್ಡನು ಇಂತಹವನ್ನು ತಂದು, ರೇಖಾಗಣಿತದ ಪ್ರಮೇಯುಗಳಿಗೆ ತರ್ಕಯುತವಾದ ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟನು. ಯೂಕ್ಲಿಡ್ಡನ ಮೂಲಭಾವನೆ, ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳು ಮುಂತಾದುವು ಅನೇಕ ದೋಷಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡು, ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಇವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬಹುವಾಗಿ ತಿದ್ದಿರು ತ್ತಾರೆ. ಆದರೂ ಗ್ರೀಕರು ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸಾಧಿಸಿದ ಕೆಲಸವು ಅವರಿಗೆ ಶಾಶ್ವತವಾದ ಕೀರ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಭಾರತೀಯರ ಗಣಿತವು—ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ರೇಖಾಗಣಿತವು—ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನ್ಯೂನತೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ರೇಖಾಗಣಿತದ ಪ್ರಮೇಯುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಭಾರತೀಯರು ಕೇವಲ ಅನುಭವದಿಂದ ಅಥವಾ ಅಳತೆಯಿಂದ ಪಡೆದರು ಎನ್ನಲಾಗದು. ಯಾವುದೋ ವಿಧವಾದ ತರ್ಕದಿಂದಲೇ ಇವುಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ತರ್ಕದ ಹಿಂಬದಿಯಲ್ಲಿರುವ ವ್ಯಾಖ್ಯೆಗಳು, ಮೂಲಭಾವನೆಗಳು ಮುಂತಾದುವನ್ನು ಯೋಚಿಸಿ ನಿರೂಪಿಸಲಿಲ್ಲ. ಪ್ರಮೇಯುಗಳ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನೂ ಅವರು ಬರೆದಿಡಲಿಲ್ಲ.

(೪) ಪ್ರೌಢರೇಖಾಗಣಿತವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಲಿಲ್ಲ. ಸರಳರೇಖಾ ಕೃತಿಗಳು, ವೃತ್ತಗಳು, ಇವುಗಳ ಸುಲಭ ಗುಣಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರು. ಇವುಗಳಿಗೆ ಮೇಲ್ಪಟ್ಟ ಶಂಕುಜಗಳ (Conics) ಗುಣಗಳನ್ನು ಭಾರತೀಯರು ಅಭ್ಯಸಿಸಲೇ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಮಹಾವೀರನು ಮಾತ್ರ ದೀರ್ಘವೃತ್ತ (ellipse) ವನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿ, ಅದರ ಪರಿಧಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟನು. ಶಂಕುಜಗಳ ಹಾಗೂ ಇನ್ನೂ ಇತರ ವಕ್ರರೇಖೆಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನು ಪಡೆಯುವುದರಲ್ಲಿ ಗ್ರೀಕರು ಪ್ರಚಂಡ ಕೆಲಸವನ್ನು ಎಸಗಿದರು.

ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದ ಸ್ವರೂಪ

ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರವು ನಿರೂಪಿಸುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ನಾಲ್ಕು ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸ ಬಹುದು: (೧) ಭೂಮಿಯ ದೈನಂದಿನ ಚಲನೆಗನುಗುಣವಾಗಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕುರಿತ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರಾದಿಗಳ ಸ್ಥಾನಮಾನಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವಿಕೆ (೨) ಕಾಲಗಣನೆ ಮತ್ತು ಕಾಲನಿರ್ಣಯ (೩) ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆ (೪) ವಿಶ್ವದ ಸ್ವರೂಪ, ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಸ್ಥಾನಮಾನಗಳು. (೪) ನೆಯ ವಿಚಾರ ಆಧುನಿಕ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರ; ಭಾರತೀಯ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಇದರ ಬಗ್ಗೆ ಅಷ್ಟೇನೂ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಸಿಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉಳಿದ ಮೂರರ ಬಗ್ಗೆ, ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಗಣಿತಕ್ಕೆ ಕೈಹಾಕದೆ, ಆದಷ್ಟುಮಟ್ಟಿಗೆ ಉಲ್ಲೇಖಿಸಬಹುದು.

ದೈನಂದಿನ ಚಲನೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು: ಇವನ್ನು ವಿವರಿಸುವ ಭಾಗಕ್ಕೆ

ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ **ತ್ರಿಪ್ರಶ್ನಾಧಿಕಾರ** ಎಂಬ ನಾಮಧೇಯವಿದೆ. ದಿಕ್, ದೇಶ, ಕಾಲ ಎಂದರೆ ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರ ನಕ್ಷತ್ರಾದಿಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದೇ ಒಂದು ಕಾಣುವ ದಿಕ್ಕು, ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅದರ ಸ್ಥಾನ, ಮತ್ತು ನೋಡುವ ಕಾಲ ಈ ಮೂರರ ಸಮನ್ವಯಕ್ಕೆ ಈ ಹೆಸರು ಸಲ್ಲುತ್ತದೆ. ಆಧುನಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗೋಳದ ಮೇಲೆ ವಿಶ್ವದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡುತ್ತೇವೆ. ಹಾಗೆಯೇ ಭಾರತೀಯರೂ ಒಂದು ಗೋಳಯಂತ್ರ (celestial sphere) ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು; ಜತೆಗೆ ಶಂಕು (gnomon) ವೆಂಬ ಒಂದು ಊರ್ಧ್ವದಂಡದಿಂದುಂಟಾಗುವ ನೆರಳನ್ನು ಅಳೆದು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಗೋಳ ತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿಯ (spherical trigonometry) ಉಕ್ತಿಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪಡೆದು ಇವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ದೈನಂದಿನ ಚಲನೆಯ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿಯೇ ಸಾಧಿಸಿದ್ದರು. ಕುರಿತ ಸ್ಥಳದಿಂದ ವರ್ಷಾದ್ಯಂತವೂ ಸೂರ್ಯನ ಸ್ಥಾನ, ಸ್ಥಳದ ಅಕ್ಷಾಂಶ ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧವನ್ನು ಗಣಿತರೀತ್ಯಾ ಸಾಧಿಸಿದ್ದರು. ಈ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ಗೋಳತ್ರಿಕೋಣಮಿತಿಯಲ್ಲಿನ ಅವಶ್ಯಕವಾದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಮುಖ್ಯ ಫಲಿತಾಂಶಗಳಾದ

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

$$\frac{\sin a}{\sin A} = \frac{\sin b}{\sin B} = \frac{\sin c}{\sin C}$$

$\sin \delta = \sin \lambda \sin \omega$ (ಸಮಕೋನ ತ್ರಿಭುಜ) ಇವನ್ನು ರೂಪಾಂತರಿಸಿ ಪಡೆದಿದ್ದರು.

ದತ್ತ ಅಂಶಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ಸಮೀಕರಣಗಳನ್ನು ಸಾಧಿಸಲು ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಆವರ್ತನ ಸನ್ನಿಹಿತ ವಿಧಾನ (method of successive approximations) ಎಂಬ ತೊಡಕಾದ ವಿಧಾನವುಂಟು. ಎಂಟುನೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಇದನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವುದು ಅತ್ಯಂತ ಗಮನಾರ್ಹವಾದುದು. ಭಾಸ್ಕರನು ಎಂಥ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ ಮೇಧಾವಿಯಾಗಿದ್ದನು ಎಂಬುದು ಇದರಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ನಿರೂಪಿಸೋಣ.

ವಿಷುವದಿನ (ಮೇಷಸಂಕ್ರಮಣ) ದಲ್ಲಿ ಶಂಕುವಿನ ನೆರಳು = 5, ಒಂದುದಿನ ಸುರ್ಯೋದಯಾನಂತರ ಆಗಿರುವ ಕಾಲ = 4 ಗಂಟೆ, ಆಗ ಶಂಕುವಿನ ನೆರಳು =9. ಸೂರ್ಯನ ನಿರ್ದೇಶಕಗಳನ್ನು (coordinates) ಪಡೆಯಬೇಕು. ಎಂದರೆ ವಿಷುವ ದಿನದಿಂದ ಅಂದಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಕಾಲ ಕಳೆದಿದೆ? ವಾಡಿಕೆಯ ಸಂಕೇತಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಆಧುನಿಕ ಉಕ್ತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದಾದರೆ,

$$\text{Cos } Z = \text{Sin } \phi \text{ Sin } \delta + \text{Cos } \phi \text{ Cas } \delta \text{ Cos } h$$
$$\text{Cos } H = - \tan \phi \tan \delta$$
$$h = H - t.$$

H = ಸೂರ್ಯೋದಯದ "ನಟಕಾಲ" (hour angle), t = ಇಲ್ಲಿ 4 ಗಂ. δ ವಿನ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕು. ನೇರವಾಗಿ ಪಡೆಯಲು ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಭಾಸ್ಕರನು ಮೇಲಣ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ತಳಹದಿಯನ್ನು ಹಾಕಿ, ಬಹು ಚಮತ್ಕಾರವನ್ನು ತೋರಿಸಿದ್ದಾನೆ.

ಗ್ರಹಗಳು : ಮಾನವರ ಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಬೀರುವುವೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಗ್ರಹಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರು ಕೊಟ್ಟರು. ಗ್ರಹಣಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳದಾದ್ದರಿಂದ ಅದು 'ಗ್ರಹ'. ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯ, ಚಂದ್ರ, ಬುಧ, ಶುಕ್ರ, ಅಂಗಾರಕ, ಗುರು (ಬೃಹಸ್ಪತಿ), ಶನಿ, ರಾಹು, ಕೇತು ಇವು ನವ (ಒಂಬತ್ತು) ಗ್ರಹಗಳು. ಚಂದ್ರಸೂರ್ಯರ ಪಥಗಳ ಛೇದ್ಯಬಿಂದುಗಳೇ ರಾಹು ಕೇತುಗಳು (moon's ascending and descending nodes). ಇವು ವಸ್ತುಗಳೇ ಅಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಜ್ಯೋತಿಶ್ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ ಈ ಬಿಂದುಗಳ ಸ್ಥಾನಮಾನಗಳಿಗೂ ಮಾನವನ ಬದುಕಿಗೂ ಸಂಬಂಧ ಇದೆಯೆಂದು ಭಾವಿಸಿದ್ದರಿಂದ, ಇವುಗಳನ್ನೂ ಗ್ರಹಗಳೆಂದು ಕರೆದರು. ಇವುಗಳ ನಿಜವಾದ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಭಾರತೀಯರು ಚೆನ್ನಾಗಿಯೇ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಚಂದ್ರಸೂರ್ಯರನ್ನು ತಿನ್ನಲು ಬರುವ ರಾಕ್ಷಸರೆಂಬ ಭಾವನೆ ಪುರಾಣಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದುದು. ಚಂದ್ರಸೂರ್ಯರ ಗ್ರಹಣಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಈ ಬಿಂದುಗಳು ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಗಣಿತಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುದು.

ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದ ಪ್ರಕಾರ, ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲಾ ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತಲೂ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ (ellipse) ಆಕಾರವುಳ್ಳ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತವೆ. ಕೆಪ್ಲರನ (Kepler) ಮೂರು ನಿಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಮೊದಲನೆಯದು. ಭಾರತೀಯರು ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ಮನಗಾಣಲಿಲ್ಲ. ವಿಶ್ವಗೋಳಕ್ಕೆ ಭೂಮಿಯೇ ಕೇಂದ್ರವೆಂದು ಭಾವಿಸಿ, ಸೂರ್ಯನೂ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ತಿರುಗುವ ಒಂದು "ಗ್ರಹ"ವೆಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿದರು. ಸೂರ್ಯ, ಭೂಮಿಗಳ ಸಾಪೇಕ್ಷಚಲನೆಯು (relative motion) ಇದರಿಂದ ಮಾರ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲವಾಗಿ, ಏನೊಂದೂ ತೊಂದರೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಗ್ರಹಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಲು, ಭಾರತೀಯರು ಅಧಿಕವಾದ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಗಣಿತವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವರು. ಗ್ರಹವು ತಿರುಗುವ ಪಥವು ಭೂಮಿಯನ್ನು ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿಲ್ಲ ಎಂಬುದನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿರುವನು.

ಗ್ರಹಗಳ ಚಲನೆಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಲು, ಭಾರತೀಯ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಉಪವೃತ್ತಗಳು (epicycles) ಮತ್ತು ಪ್ರತಿ ವೃತ್ತಗಳು (eccentric circles) ಎಂಬ

ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ಪಥದ (mean path) ಮೇಲೆ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಅವರ ಗಣಿತವು ಆಧುನಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಗಣಿತಕ್ಕಿಂತ ತುಂಬಾ ತೊಡಕಾದುದು. ಆದರೆ ಭಾರತೀಯರ ಸಾಹಸ ಕಾರ್ಯವು ಅತ್ಯಂತ ಶ್ಲಾಘನೀಯವಾದುದು. ಕೆಪ್ಲರನ ನಿಯಮಗಳ ಅರಿವೇ ಇಲ್ಲದೆ, ಕೃತಕ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು, ಗ್ರಹಗಳ ವಾಸ್ತವಿಕ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಶ್ರಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದ ಫಲಿತಾಂಶಕ್ಕೂ ಭಾರತೀಯರ ಫಲಿತಾಂಶಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತುಂಬಾ ಕಡಮೆ. ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯನು ಈ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ತೋರಿರುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ತುಂಬಾ ಶ್ಲಾಘನೀಯ.

ಗ್ರಹದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸುವ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಮೂರು ವಿಚಾರಗಳು ಒದಗುತ್ತವೆ.

(೧) ಗ್ರಹದ "ಮಂದಫಲ" (equation of centre)

(೨) ಭೂಮಿಯಿಂದ ಕುರಿತು ಗ್ರಹದಸ್ಥಾನ

(೩) ಗ್ರಹದ ದಿನಂಪ್ರತಿಯ ಚಲನೆ.

ಈ ಮೂರನ್ನೂ ಸಾಧಿಸಿರುವುದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸಾಹಸಕೃತ್ಯ. ಮಂದಫಲದ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಆಧುನಿಕ ಬೆಲೆಗೂ ಭಾಸ್ಕರನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಬೆಲೆಗೂ ಸುಮಾರು $\frac{1}{4}$ ಡಿಗ್ರಿ ಮಾತ್ರ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಬರುತ್ತದೆ. ಭೂಮಿಗೂ ಗ್ರಹಕ್ಕೂ ಇರುವ ದೂರದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಗಣಿತಕ್ಕೂ ಬರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಸುಮಾರು $\frac{1}{2}ae^2$ ಆಗುತ್ತದೆ. ಇಲ್ಲಿ $a =$ ಪಥದ ಮುಖ್ಯ ಅಕ್ಷದ ಅರ್ಧ, $e =$ ಅದರ ವೈಪರೀತ್ಯ (eccentricity). ಈ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಸೂರ್ಯನ ಕೋನಮಾಪಕ ವ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು $\frac{1}{4}$ ಸೆಕಂಡಿನಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ.

ಹೋಲಿಕೆಗಾಗಿ ಕೆಲವು ಅಂಕಿಅಂಶಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಈ ಕೆಳಗೆ ಕೊಡಲಾಗಿದೆ. ಗ್ರಹವು ಸೂರ್ಯನ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿಬರುವ ಕಾಲವನ್ನು ಅದರ ಪರಿವರ್ತನಕಾಲ (sidereal period) ಎಂದುಕರೆದಿದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸುತ್ತಿಬರುವ ಅವಧಿಯು ಅದರ ಪರಿವರ್ತನ ಕಾಲ.

ಭೂಮಿಗೂ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವನ್ನು 'ಒಂದು' ಎಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಕೆಳಗಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳ ಪಥಗಳ ತ್ರಿಜ್ಯಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಗ್ರಹ	ಭಾಸ್ಕರನ ಗಣಿತದಂತೆ	ಆಧುನಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರದಂತೆ
ಬುಧ	೦.೩೭	೦.೩೮೭
ಶುಕ್ರ	೦.೭೧೬	೦.೭೨೩
ಅಂಗಾರಕ	೧.೫	೧.೫೨
ಗುರು	೫.೩	೫.೨
ಶನಿ	೯.೦	೯.೫

ಪರಿವರ್ತನ ಕಾಲಗಳು

ಗ್ರಹ	ಸೂರ್ಯ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ	ಭಾಸ್ಕರನ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಶಿರೋಮಣಿಯ ಪ್ರಕಾರ	ಆಧುನಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಕಾರ
ಭೂಮಿ (ಸಾಪೇಕ್ಷವಾಗಿ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸೂರ್ಯ)	೩೬೫ ದಿ. ೬ ಗಂ. ೧೨ ನಿ. ೩೬.೬ ಸೆ.	೩೬೫– ೬–೧೨–೯	೩೬೫– ೬– ೯–೧೦.೮
ಚಂದ್ರ	೨೭– ೭–೪೩–೧೨.೬	೨೭– ೭–೪೩–೧೨.೧	೨೭– ೭–೪೩–೧೧.೪
ಬುಧ	೮೭–೨೩–೧೬–೨೨.೩	೮೭–೨೩–೧೬–೪೧.೫	೮೭–೨೩–೧೫–೪೩.೯
ಶುಕ್ರ	೨೨೪–೧೬–೪೫–೫೬.೨	೨೨೪–೧೬–೪೫– ೧.೯	೨೨೪–೧೬–೪೯–೮
ಅಂಗಾರಕ	೬೮೬–೨೩–೫೬–೨೩.೫	೬೮೬–೨೩–೫೭– ೧.೫	೬೮೬–೨೩–೩೦–೪೧.೪
ಗುರು	೪೩೩೨– ೭–೪೧–೪೪.೪	೪೩೩೨– ೫–೪೫–೪೩.೭	೪೩೩೨–೧೪– ೨– ೮.೬
ಶನಿ	೧೦೭೬೫–೧೮–೩೩–೧೩.೬	೧೦೭೬೫–೧೯–೩೩–೫೬.೫	೧೦೭೫೯– ೫–೧೬–೩೨.೨

ಶನಿ ಗ್ರಹದ ಅಂಕಿಗಳಲ್ಲಿ, ೧೫ ದಿನಗಳಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬರುತ್ತದೆ, ಗುರುಗ್ರಹದಲ್ಲಿ ೮ ಗಂಟೆಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬರುತ್ತದೆ. ಮಿಕ್ಕವುಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಬಹಳ ಕಡಮೆ.

ಗ್ರಹದ ಸರಾಸರಿ ಪಥದಮೇಲೆ ಪ್ರತಿಬಿಂದುವಿಗೂ ಉಪವೃತ್ತ (epicycle) ಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡರಷ್ಟೆ. ಸೂರ್ಯಸಿದ್ಧಾಂತದಲ್ಲಿ ಈ ಉಪವೃತ್ತದ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳದೆ, ಪರಿಧಿಯನ್ನು ೧೪°—೨೦′ Sin m (m = mean anomaly, ಮಂದ ಕೇಂದ್ರ)ಎಂದು ತಿಳಿಸಿರುವರು. ಹೀಗೆ ಪರಿಧಿಯು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗೊಳ್ಳುವುದರಿಂದ, ಗ್ರಹದ ಪಥವು ದೀರ್ಘವೃತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಾಧಿಸಬಹುದು. ಭಾರತೀಯರು ಅಷ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡಿ, ಇದನ್ನು ಕಾಣದಿದ್ದುದು ದುರ್ದೈವ.

ಗ್ರಹದ ದೈನಂದಿನದ ಗತಿಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಬಳಿಕ, ಅದು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಋಣಸಂಖ್ಯೆಯಾಗುತ್ತದೆಂದು ನೋಡಿ, ಗ್ರಹದ ವಕ್ರಗತಿಯನ್ನು (retrograde motion) ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ವಕ್ರಗತಿಯ ಆದಿ ಮತ್ತು ಅಂತ್ಯ ಸ್ಥಾನಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಾಯೀಬಿಂದುಗಳು (stationary points) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಗ್ರಹ ಮತ್ತು ಭೂಮಿಯ ಕೋನಮಾಪಕ ಗತಿಗಳನ್ನೊಳಗೊಳ್ಳುವಂತೆ, ಇವುಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಪಡೆದರು. ಕೆಪ್ಲರನ ಮೂರನೆಯ ನಿಯಮವಿಲ್ಲದೆ, ಈ ಲೆಕ್ಕವನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ.

ಕಾಲಗಣನೆ ಮತ್ತು ಕಾಲನಿರ್ಣಯ

ಗ್ರಹಗಳೂ (ಕೇತುವನ್ನುಳಿದು) ಅವುಗಳ ಪಥಗಳ ಸಂಧಿಸ್ಥಾನಗಳೂ ಎಲ್ಲವೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಒಂದು ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಲೆತಿದ್ದುವು. ಕಾಲವನ್ನು ಈ ಸಮಯದಿಂದ ಅಳೆದು, ಮತ್ತೆ ಈ ಗ್ರಹಗಳೇ ಮುಂತಾದುವು ಎಲ್ಲವೂ ಅದೇ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರುವ ಅವಧಿಯನ್ನು ಒಂದು ಕಲ್ಪವೆಂದು ಕರೆದರು. ಗ್ರಹಗಳ ಪರಿಪರ್ತನ ಕಾಲವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದರಿಂದ, ಇವೆಲ್ಲವೂ ಪೂರ್ಣಪರಿವರ್ತನಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸುವ ಅವಧಿಯೇ ಕಲ್ಪ. ಇದು ೪,೩೨೦,೦೦೦,೦೦೦ ಸೌರಮಾನ ವರ್ಷಗಳಾಗುತ್ತದೆ. ಕಲ್ಪದ ಆದಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಅಂತ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಗ್ರಹಗಳೂ ಅವುಗಳ ಪಥಗಳ ಛೇದ್ಯ ಬಿಂದುಗಳೂ ಅಶ್ವಿನೀನಕ್ಷತ್ರದ ಆದಿ ಬಿಂದುವಿನ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕಲೆಯುತ್ತವೆ. ಕಲ್ಪದ $\frac{೧}{೧೦೦೦}$ ಭಾಗವು ಒಂದು ಮಹಾಯುಗ. ಒಂದು ಮಹಾಯುಗದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಗಳೆಲ್ಲವೂ (ರಾಹುಕೇತುಗಳೂಸಹ) ಪೂರ್ಣಪರಿವರ್ತನಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸುತ್ತವೆ, ಆದರೆ ಇತರ ಛೇದಬಿಂದುಗಳು ಮುಗಿಸಲಾರವು. ಒಂದು ಮಹಾಯುಗದಲ್ಲಿ ಕೃತ, ತ್ರೇತಾ, ದ್ವಾಪರ, ಕಲಿ ಎಂಬ ನಾಲ್ಕು ಯುಗಗಳು. ಕಲಿಯುಗದ ಅವಧಿ ೪೩೨,೦೦೦ ಸೌರಮಾನ ವರ್ಷಗಳು. ಕೃತ ತ್ರೇತಾ ದ್ವಾಪರಗಳ ಅವಧಿಗಳು ಕ್ರಮವಾಗಿ ಇದರ ನಾಲ್ಕರಷ್ಟು, ಮೂರರಷ್ಟು, ಎರಡರಷ್ಟು.

ಗೋಳ ಯಂತ್ರದ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನ ದಿನಂಪ್ರತಿ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸಿದರೆ ಒಂದು ವೃತ್ತವು ಬರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಸೂರ್ಯಪಥ ಅಥವಾ ಕ್ರಾಂತಿಚಕ್ರ

(ecliptic) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಅಕ್ಕ ಪಕ್ಕಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಪ್ರದೇಶವನ್ನು ಸೇರಿಸಿ, ಪಟ್ಟಿಯಾಕಾರದಲ್ಲಿರುವ ಇದನ್ನು ರಾಶಿಚಕ್ರ (zodiac) ಎನ್ನುವುದುಂಟು. ಕ್ರಾಂತಿ ಚಕ್ರವೂ ವಿಷುವವೃತ್ತವೂ (ಧ್ರುವ ರೇಖೆಗೆ ಲಂಬವಾದ ವೃತ್ತ, the celestial equator) ಸೇರುವ ಬಿಂದುವಿನಿಂದ(ಮೇಷಾದಿ, first point of Aries) ಆರಂಭಿಸಿ ರಾಶಿ ಚಕ್ರವನ್ನು ಹನ್ನೆರಡು ಸಮ ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ಇದನ್ನು ಮೇಷ, ವೃಷಭ, ಮಿಥುನ, ಕರ್ಕಾಟಕ, ಸಿಂಹ, ಕನ್ಯಾ, ತುಲ, ವೃಶ್ಚಿಕ, ಧನುಸ್ಸು, ಮಕರ ಕುಂಭ, ಮೀನ ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇವಕ್ಕೆ ರಾಶಿಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರತಿ ರಾಶಿಯೂ ೩೦°ಯ ಕೋನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಸೂರ್ಯನು ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿರಾಶಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೊಂದು ತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಇರುವನು. ಸೌರಮಾನಗಣನೆ ಯಲ್ಲಿ ತಿಂಗಳುಗಳಿಗೆ ಆಯಾ ರಾಶಿಯ ಹೆಸರೇಬರುವುದು. ಸೂರ್ಯನು ಒಂದು ರಾಶಿಗೆ ಬರುವಸಮಯಕ್ಕೆ ಆ ರಾಶಿಯ ಸಂಕ್ರಮಣ ಎಂದು ಹೆಸರು.

ಪ್ರಕೃತ ಗಣನೆಗೆ, ಚಂದ್ರನ ಪಥವೂ ಕ್ರಾಂತಿ ಚಕ್ರವೇ ಎಂದು ಪರಿಗಣಿಸಿ, ಪಥವನ್ನು ಮೇಷಾದಿಯಿಂದ ೨೭ ವಿಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ಈ ಭಾಗಗಳನ್ನು "ನಕ್ಷತ್ರ"ಗಳೆಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅಶ್ವಿನಿ, ಭರಣಿ, ಮುಂತಾದ ಹೆಸರುಗಳಿಂದ ಈ ನಕ್ಷತ್ರಗಳನ್ನು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರರು ಒಂದೇದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಸೇರುವ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಅಮಾವಾಸ್ಯೆ (New Moon) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಎರಡು ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಗಳ ನಡುವಣ ಅವಧಿಯು ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾನ ಮಾಸ. ಇದನ್ನು ೩೦ ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಭಜಿಸಿ ಅವನ್ನು ತಿಥಿಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಅಮಾವಾಸ್ಯೆಯಿಂದ ಆರಂಭಿಸಿ, ಚಂದ್ರನು ಕ್ರಾಂತಿ ಚಕ್ರದ ಮೇಲೆ ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತ ೧೨° ಮುಂದೆ ಹೋಗಲು ಬೇಕಾದ ಅವಧಿ ಒಂದು ತಿಥಿ. ಚಂದ್ರನ ಚಲನೆ ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ, ತಿಥಿಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳು ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಹನ್ನೆರಡು ಚಾಂದ್ರಮಾನ ಮಾಸಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾನ (ಅಥವಾ ಸೌರ ಚಾಂದ್ರಮಾನ) ವರ್ಷವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದು ಸೌರಮಾನ ವರ್ಷಕ್ಕಿಂತ ಸುಮಾರು ೧೧ ದಿನಗಳಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಅಂತರಕ್ಕೆ ಶುದ್ಧಿ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಋತುಗಳೊಂದಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ಚಾಂದ್ರಮಾನ ವರ್ಷವನ್ನು ಸೌರಮಾನದೊಂದಿಗೆ ಮಿಲನಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಆದ್ದರಿಂದ ಶುದ್ಧಿಯು ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾಸದಷ್ಟು, ಎಂದರೆ ೨೯.೫೩ ದಿನಗಳಷ್ಟು ಬೆಳೆದಾಗ, ಒಂದು ಅಧಿಕ ಚಾಂದ್ರಮಾಸವನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡು ಅದರ ಮುಂದಿನ ತಿಂಗಳಿನ ಹೆಸರನ್ನೇ ಇದಕ್ಕೂ ಇಡುತ್ತಾರೆ. ಸುಮಾರು ೩೨½ ಸೌರಮಾಸಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಒಂದು ಅಧಿಕ ಚಾಂದ್ರಮಾಸವು ಒದಗುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಚಾಂದ್ರಮಾಸದೊಳಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಒಂದು ಸಂಕ್ರಮಣವು ಒದಗುತ್ತದೆ. ಅದು ಒದಗದಿದ್ದಾಗ, ಚಾಂದ್ರಮಾನ

ಗಣನೆಯು ಸೌರಮಾನವನ್ನು ಒಂದು ತಿಂಗಳಷ್ಟು ಮುಂದುವರಿಸಿದೆ, ಎಂದರೆ ಶುದ್ಧಿಯು ಒಂದುಃತಿಂಗಳಷ್ಟಾಗಿದೆ ಎಂದು ಸೂಚನೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಅಗ ಒಂದು ಅಧಿಕ ಮಾಸವನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಾರೆ. ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ಮಾತ್ರ, ಒಂದು ಚಾಂದ್ರ ಮಾಸದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಸಂಕ್ರಮಣಗಳು ಬರುವುದುಂಟು. ಆಗ ಆ ತಿಂಗಳನ್ನು ಗಣನೆಯಿಂದ ಬಿಟ್ಟು ಬಿಡುತ್ತಾರೆ. ಇಂಥತಿಂಗಳಿಗೆ ಕ್ಷಯಮಾಸವೆಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಕ್ಷಯಮಾಸವು ಒದಗುವ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ, ಅದರ ಇಬ್ಬದಿಯಲ್ಲಿಯೂ ವರ್ಷ ದೊಳಗಾಗಿ ಎರಡು ಅಧಿಕ ಮಾಸಗಳು ಬರುತ್ತವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ತಿಳಿಸಿರು ತ್ತಾನೆ. ಇದರ ಸಾಧನೆಯೂ ಕ್ಷಯಮಾಸಗಳು ಯಾವಾಗಬರುತ್ತವೆಯೆಂಬುದೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಗಣಿತವನ್ನೊಳಗೊಂಡಿದೆ. ಭಾಸ್ಕರನು ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸುತ್ತಾ, ಕ್ಷಯ ಮಾಸವು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ೧೪೧ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ, ಒಂದೊಂದುವೇಳೆ ೧೯ ವರ್ಷಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ಬರುತ್ತದೆ ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತ ವನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ, ವಿತತ ಭಿನ್ನರಾಶಿಗಳ (continued fractions) ಸಹಾಯ ದಿಂದ ಇದನ್ನು ಡಾ: ಡಿ. ಎ. ಸೋಮಯಾಜಿ ಅವರು ಸಾಧಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಭಾಸ್ಕರನ ಸಿದ್ಧಾಂತ ಶಿರೋಮಣಿಯ ವ್ಯಾಖ್ಯಾನಕರ್ತನಾದ ಗಣೇಶ ಎಂಬಾತನು ಕ್ಷಯ ಮಾಸವು ಶಾಲಿವಾಹನಶಕ ವರ್ಷಗಳಾದ ೧೪೬೨, ೧೬೦೩, ೧೭೪೪, ೧೮೮೫, ೨೦೨೬, ೨೦೪೫, ೨೧೪೮, ೨೧೬೭, ೨೨೩೨, ೨೩೭೩, ೨೩೯೨, ೨೫೧೪, ೨೫೩೩, ೨೬೫೫, ೨೬೭೪, ೨೭೯೬, ೨೮೧೫,....ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಬರುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಶಾಲಿವಾಹನ ವರ್ಷ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ೭೮ ಸೇರಿಸಿದರೆ, ಕ್ರಿಶ್ಚಿಯನ್ ವರ್ಷಸಂಖ್ಯೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಕುರಿತ ದಿನಾಂಕವು ಜನವರಿಯಿಂದ ಏಪ್ರಿಲ್ ಒಳಗಿದ್ದರೆ, ಒಮ್ಮೊಮ್ಮೆ ೭೯ ಸೇರಿಸ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಗಣೇಶನ ಹೇಳಿಕೆಯಂತೆ ೧೮೮೫+ ೭೮=೧೯೬೩ ಕ್ರಿ. ಶ. ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಕ್ಷಯಮಾಸವು ಒದಗಿಬಂತು; ಆ ವರ್ಷ, ಈ ಸಂದರ್ಭವು ಜನಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲವನ್ನೂ ಪಂಚಾಂಗ ಕರ್ತರಲ್ಲಿ ಕೋಲಾಹಲ ವನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡಿತು.

ಮೇಲಿನ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ೨೦೪೫, ೨೧೪೮ ಹಾಗೂ ೨೧೬೭, ೨೨೩೨ ಇವುಗಳ ಅಂತರವು ೧೪೧ ಆಗಲಿ ೧೯ ಆಗಲಿ ಅಲ್ಲ. ಈ ಅಂತರಗಳೇ ಆವಶ್ಯಕವಲ್ಲ, ೧೪೧ ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ೧೯ರ ಗುಣಕಸಂಖ್ಯೆಯೊಂದನ್ನು ಕೂಡುವ ಅಥವಾ ಕಳೆಯುವ ಸಂದರ್ಭವು ಒದಗುವುದು ಎಂದು ಭಾಸ್ಕರನು ತಿಳಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಹೀಗೆ,

$$೨೧೪೮ - ೨೦೪೫ = ೧೦೩ = ೧೪೧ - (೧೯ \times ೨)$$

$$೨೨೩೨ - ೨೧೬೭ = ೬೫ = ೧೪೧ - (೧೯ \times ೪)$$

ಕ್ಷಯಮಾಸದ ಬಗ್ಗೆ ಭಾಸ್ಕರನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗಣಿತವು ಸ್ತುತ್ಯರ್ಹವಾಗಿದೆ.

ಸೂರ್ಯನು ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಅತ್ಯುನ್ನತ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬಂದ ಕ್ಷಣದಿಂದ ದಿನವನ್ನು ಅಳೆಯುತ್ತೇವೆ. ಮರುದಿನ ಈ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರುವ ತನಕ ಆಗುವ ಅವಧಿಯು ಒಂದು ಸೌರಮಾನ ದಿನ. ಆದರೆ ಇದರ ಪರಿಮಾಣವು ವರ್ಷಾದ್ಯಂತವೂ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತಿರುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣಗಳು ಎರಡು : ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತ ಸೂರ್ಯನ ಸಾಪೇಕ್ಷ ಪಥವು ಧ್ರುವ ರೇಖೆಗೆ (ಭೂಮಿಯ ಅಕ್ಷದ ದಿಕ್ಕಿಗೆ) ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರದೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಓರೆಯಾಗಿರುವುದು ; ಎರಡನೆಯದು, ಸೂರ್ಯನ ವಾಸ್ತವ ಪಥವು ವೃತ್ತವಾಗಿರದೆ ಒಂದು ದೀರ್ಘವೃತ್ತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಪಥದಲ್ಲೂ ಸೂರ್ಯನ ವೇಗವು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರದಿರುವುದು. ನಮ್ಮ ದಿನಚರಿಯ ವ್ಯವಹಾರಗಳಿಗೆ ಸರಿಹೋಗುವಂತಹ ಗಡಿಯಾರಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲು, ಒಂದೇ ಅಳತೆಯುಳ್ಳ ದಿನವು ಏರ್ಪಡಾಗಬೇಕು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ, ಮೇಲಿನ ಎರಡು ದೋಷಗಳನ್ನೂ ನಿವಾರಿಸಿ, ಅದೇ ಪರಿವರ್ತನ ಕಾಲವುಳ್ಳ ಒಂದು **ಕೃತಕಸೂರ್ಯ** (mean sun) ನನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಕೃತಕ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಪಡೆಯುವ ದಿನವೇ ನಮ್ಮ ಗಡಿಯಾರಗಳ ತಳಹದಿ. ವಾಸ್ತವ ಸೂರ್ಯನ ಕಾಲಮಾನಕ್ಕೂ ಕೃತಕ ಸೂರ್ಯನ ಕಾಲಮಾನಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರವನ್ನು "ಕಾಲದ ಸಮೀಕರಣ" (equation of time) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಇದನ್ನು ಪಡೆಯುವುದು ತೊಡಕಾದ ಗಣಿತವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಫ್ಲಾಮ್‌ಸ್ಟೀಡ್ (Flamsteed) ಎಂಬಾತನು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೭೦೦ರಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ವಿವರಿಸಿದನು. ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕ್ರಮವನ್ನು ಅರಿಯಬಹುದು. ಭಾರತೀಯರು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ವಿಧಾನದಿಂದ ಈ ಬೀಜ (correction) ವನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದುದು ಅತ್ಯಂತ ಸ್ತೋತ್ರಾರ್ಹವಾಗಿದೆ.

ಗ್ರಹಗಳ ಸರಾಸರಿ ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಲೆಕ್ಕಿಸಿರುವುದು ಲಂಕೆಯ ಕೃತಕ (mean) ಅರ್ಧರಾತ್ರಿಯ ಸಮಯಕ್ಕೆ ಅನ್ವಯಿಸುವುದು. "ಲಂಕೆ" ಎಂಬುದು ಸಮಭಾಜಕ ವೃತ್ತದ ಮೇಲೆ ಉಜ್ಜಯಿನಿ ರೇಖಾಂಶಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಸ್ಥಳ (ಈಗಿನ ಸಿಂಹಳ ದ್ವೀಪವಲ್ಲ). ಕುರಿತ ಸ್ಥಳದ ವಾಸ್ತವಿಕ ಅರ್ಧರಾತ್ರಿಗೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಲು, ರೇಖಾಂಶಕ್ಕೂ ಅಕ್ಷಾಂಶಕ್ಕೂ ತಕ್ಕ ಬೀಜಗಳನ್ನು (ದೇಶಾಂತರ, ಚರಸಂಸ್ಕಾರ ಎಂದು ಹೆಸರು) ಕೊಟ್ಟಮೇಲೆ, ಕೃತಕ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ವಾಸ್ತವ ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಇರುವ ಅಂತರಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಬೀಜವನ್ನು ಕೊಡಬೇಕು. ಇದೇ ಕಾಲಸಮೀಕರಣ. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗವು ಭೂಪಥವು ದೀರ್ಘವೃತ್ತವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಮಂದಫಲವು (equation of centre) ಏರ್ಪಡುವುದು ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ. ಇದನ್ನು ಡಿಗ್ರಿಗಳಿಂದ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರೆ, ಕಾಲ ಸಮೀಕರಣದ ಒಂದು ಅಂಶವು ಬರುವುದು. ಇದನ್ನು ಭುಜಾಂತರ ಸಂಸ್ಕಾರ ಎಂದು ಕರೆದಿದ್ದಾರೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಭಾಗವು ಕ್ರಾಂತಿಚಕ್ರಕ್ಕೂ ವಿಷಮ ವೃತ್ತಕ್ಕೂ ಇರುವ ಕೋನದಿಂದ ಉಂಟಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಶ್ರೀಪತಿ ಎಂಬಾತನು ಸುಮಾರು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೦೫೫

ರಲ್ಲಿ **ಯಾತಾಸವ** ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕೊಟ್ಟನು. ಇದರ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಸಮರ್ಥಿಸಿರುತ್ತಾನೆ. ಫ್ಲಾಮ್‌ಸ್ಟೀಡನಿಗಿಂತ ೬೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಇದನ್ನು ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯರ ವಿಧಾನಗಳಿಲ್ಲದೆಯೇ ಸಾಧಿಸಿದುದನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ.

ಲಂಬನ (Parallax) : ಭೂಮಿಯು ಒಂದು ಗೋಳ. ಅದರ ಕೇಂದ್ರ E ಎಂದೂ ಗೋಳದ ಮೇಲೆ A ಒಂದು ಸ್ಥಳವೂ ಆದರೆ, ಒಂದು ಗ್ರಹದ ಕೇಂದ್ರ M ದ ಬಳಿ ಆಗುವ EMA ಕೋನಕ್ಕೆ ಗ್ರಹದ ಲಂಬನವೆಂದು ಹೆಸರು. ಭಾಸ್ಕರನು ಇದರ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿಯೇ ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ದೂರವನ್ನೂ ಚಂದ್ರ ಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯವನ್ನೂ ಪಡೆದನು. ಅವನು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂಕಿಗಳು :

ಚಂದ್ರಪಥದ ತ್ರಿಜ್ಯ	= 51566 ಯೋಜನಗಳು
	= 257830 ಮೈಲಿ
ಚಂದ್ರಗೋಳದ ತ್ರಿಜ್ಯ	= 240 ಯೋಜನಗಳು
	= 1200 ಮೈಲಿ

(ಯೋಜನ = 5.0094 ಮೈಲಿ ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ)

ಈ ಅಂಕಿಗಳು ಆಧುನಿಕಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಂಕಿಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಭಿನ್ನವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಒಂದು ತಪ್ಪುಭಾವನೆಯ ದೆಸೆಯಿಂದ, ಸೂರ್ಯನ ದೂರಕ್ಕೂ ಗಾತ್ರಕ್ಕೂ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಅಂಕಿಗಳು ಸರಿಯಾಗಿಲ್ಲ.

ಲಂಬನದ ಭಾವನೆಯು ಗ್ರಹಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಮುಖ್ಯವಾಗಿದೆ. ಸೂರ್ಯನ ಗಾತ್ರ ದೂರಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಾಗಿ ಕೊಟ್ಟರೂ, ಭಾರತೀಯರು ಗ್ರಹಣ ಗಳನ್ನು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಗಣಿತದಿಂದ ಸರಿಯಾಗಿಯೇ ನಿರ್ಧರಿಸಿದರು. ತತ್ವತಃ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಗಣಿತ ವಿಧಾನವೂ ಭಾರತೀಯ ವಿಧಾನವೂ ಒಂದೇ ಆದರೂ, ಗಣಿತದ ವಿವರಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿವೆ. ಚಂದ್ರ ಸೂರ್ಯಗ್ರಹಣಗಳು ಸಂಭವಿಸುವ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳು, ಗ್ರಹಣ ಹಿಡಿಯುವ ಮತ್ತು ಬಿಡುವಕಾಲ, ಗ್ರಹಣದ ಪೂರ್ಣತೆ ಅಥವಾ ಅಪೂರ್ಣತೆ–ಇವನ್ನೆಲ್ಲಾ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಗಣಿತದಿಂದ ತಕ್ಕಮಟ್ಟಿನ ನಿಖರತೆಯಿಂದಲೇ ಸಾಧಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಉಪಸಂಹಾರ

ಭಾರತೀಯ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಧಾನಗಳೂ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿಧಾನಗಳೂ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಬೇರೆಯಾಗಿದ್ದುವೆಂಬುದನ್ನೂ ಒಂದೆರಡು ಬಹು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳು ಭಾರತೀಯರ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬರಲೇ ಇಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ನಿರೂಪಿಸ ಲಾಗಿದೆ. ಹೀಗಿದ್ದರೂ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು ಬಹಳ ಶ್ರಮಪಟ್ಟು ಭಾರತೀಯರು

ಸಾಧಿಸಿ ಯಶಸ್ವಿಯಾದವರು ಎಂಬುದು ಮನವರಿಕೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ದುರ್ಬೀನು (telescope), ಮುಂತಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳಿಲ್ಲದೆಯೇ ಇದನ್ನು ಸಾಧಿಸಿದುದು ಅತ್ಯಂತ ಶ್ಲಾಘನೀಯುವಾಗಿದೆ. ಚಂದ್ರನ ಚಲನೆಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಎರಡು ಬೀಜಗಳನ್ನು (corrections) ಭಾರತೀಯರು ತಿಳಿಸಿರುವ ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಪ್ರಸಂಗ ವೊಂದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿ ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಮುಗಿಸೋಣ.

ಚಂದ್ರನು ಭೂಮಿಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯ ಪ್ರಾಧಾನ್ಯತೆಯಿಂದ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುವ ಉಪಗ್ರಹವಾದರೂ, ಸೂರ್ಯ ಮತ್ತು ಇತರ ಗ್ರಹಗಳ ಆಕರ್ಷಣೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ, ಚಂದ್ರನು ತಿರುಗುವ ಪಥವು ಅತ್ಯಂತ ಜಟಿಲವಾಗಿದೆ. ಇ. ಡಬ್ಲ್ಯು. ಬ್ರೌನ್ (Brown) ಎಂಬಾತನು ೩೦ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಶ್ರಮಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಚಲನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ೧೫೦೦ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕ್ರೋಢೀಕರಿಸಿ ಚಂದ್ರನ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರುವನು. ಚಂದ್ರನ ಸ್ಫುಟ (longitude) ಕ್ಕೆ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಮೂರು ಬೀಜಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ

(೧) ಮಂದಫಲ (equation of centre)
(೨) ಇವೆಕ್ಷನ್ (evection)*
(೩) ವೇರಿಯೇಷನ್ (variation)*

ಇದರಲ್ಲಿ ಎರಡನೆಯದರ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಗ್ರೀಕರ ಟಾಲೆಮಿಯು (ptolemy) ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ಮನಗಂಡಿದ್ದಂತಿದೆ. ಆದರೆ ಬೀಜಕ್ಕೆ ಗಣಿತೋಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡಲಿಲ್ಲ. ಮುಂಜಾಲ (ಕ್ರಿ. ಶ. ೯೩೨) ಎಂಬ ಭಾರತೀಯನು ತನ್ನ **ಲಘುಮಾನಸ**ವೆಂಬ ಗ್ರಂಥದಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಲೆಕ್ಕಮಾಡಿದ್ದಾನೆ. ಉತ್ತರವು ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತದ ಬೆಲೆಯುನ್ನು ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಹೋಲುತ್ತದೆ. ಮೂರನೆಯ ಬೀಜವನ್ನು ಭಾಸ್ಕರನು ಬಹುಮಟ್ಟಿನ ನಿಖರತೆಯಿಂದ ಸಾಧಿಸಿದನು.

ಈ ಗಣಿತವು ಅತ್ಯಂತ ಪ್ರೌಢ ಗಣಿತಕ್ಕೆ ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ, ವಿವರಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಚಲನಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಖಗೋಳ ಶಾಸ್ತ್ರ (dynamical astronomy) ವು ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿಹೊಂದುವುದಕ್ಕೆ ಶತಮಾನಗಳ ಮುಂಚೆ ಆಧುನಿಕಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯವಿಲ್ಲದೆಯೇ ಮುಂಜಾಲ ಮತ್ತು ಭಾಸ್ಕರರು ಈ ಬೀಜಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ಅವುಗಳ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿರುವುದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ.

---

* ಈ ಎರಡು ಪದಗಳಿಗೂ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳನ್ನು ಕೊಡಲು ಕೈ ಹಾಕುವುದಿಲ್ಲ. variation ಪದವು ಇಲ್ಲಿ ತುಂಬಾ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಅರ್ಥದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಹತ್ತು ಸಂಕೇತಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಲ್ಲ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನೂ ನಿರೂಪಿಸಬಲ್ಲ ಚಮತ್ಕಾರವಾದ ವಿಧಾನವನ್ನು ನಮಗೆ ನೀಡಿದ್ದು ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶ. ಈ ಪದ್ಧತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಂಕೇತಕ್ಕೂ ಅದರದೇ ಒಂದು ಬೆಲೆ ಇರುವುದಲ್ಲದೆ ಅದರ ಸ್ಥಾನಕ್ಕನುಗುಣವಾಗಿ ಬೇರೊಂದು ಬೆಲೆಯನ್ನೂ ಅದು ಪಡೆಯುತ್ತದೆ. ಅತ್ಯಂತ ಮುಖ್ಯವೂ ಗಹನವೂ ಆದ ಈ ಭಾವನೆಯು ನಮಗೆ ಈಗ ಬಹು ಸರಳವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದರಿಂದ ಅದರ ಮಹತ್ವವನ್ನು ನಾವು ಕಡೆಗಣಿಸುವುದುಂಟು. ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಲೆಕ್ಕಗಳಿಗೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದಾದ ಅದರ ಸರಳತೆಯ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ಅಂಕಗಣಿತವು ಇಂದು ಮಾನವನ ಉಪಯುಕ್ತ ಕಲ್ಪನೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಗೆ ಸೇರಿದುದು ಎನ್ನಿಸಿಕೊಂಡಿದೆ. ಪ್ರಾಚೀನರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ಮೇಧಾವಿಗಳಾದ ಆರ್ಕಿಮಿಡೀಸ್, ಅಪಲೋನಿಯಸ್ ಅಂಥವರಿಗೂ ಇದು ಹೊಳೆದಿರಲಿಲ್ಲವೆಂಬುದನ್ನು ನೆನಪಿಗೆ ತಂದುಕೊಂಡಾಗ ಈ ದಾಶಮಿಕ ಪದ್ಧತಿಯ ಹಿರಿಮೆ ನಮಗೆ ಮನದಟ್ಟಾಗುತ್ತದೆ.

—ಪಿಯರ್ ಸೈಮನ್ ಮಾರ್ಕ್ವಿಸ್ ಡಿ ಲಪ್ಲಾಸ್

ವಿ. ಕೆ. ದೊರೆಸ್ವಾಮಿ

ಶ್ರೀನಿವಾಸ ರಾಮಾನುಜನ್

ಹಿನ್ನೆಲೆ

ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತವು ಗಣಿತಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಡೆದಿದ್ದ ಹೆಸರು ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತವಾಗಿದೆ. ಸುಮಾರು ೧೦೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಭಾರತದ ಹೊರಗಿನ ಜನ ರೋಮನ್ ಪದ್ಧತಿಯ ಪ್ರಕಾರ IX, LVII, XCCI, ಇತ್ಯಾದಿ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಖ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬರೆದು ಕೂಡುವ, ಕಳೆಯುವ, ಗುಣಿಸುವ ಮತ್ತು ಭಾಗಿಸುವ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಹು ಶ್ರಮವಹಿಸಿ ಬಿಡುಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಗಣಿತಜ್ಞರು ೧, ೨, ೩, ೪, ೫, ೬, ೭, ೮, ೯ ಎಂಬ ಒಂಭತ್ತು ಅಂಕಗಳ್ನೂ ಏನೂ ಬೆಲೆಯಿಲ್ಲದ ಅಂಕವನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು "ಸೊನ್ನೆ" ಎಂಬ ಸೊಗಸಾದ ಅಭಿಪ್ರಾಯದ ಜಾಗದಲ್ಲಿ "೦" ಎಂಬ ಚಿಹ್ನೆಯನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಯಾವ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನಾದರೂ ಬರೆಯಲು ಒಂದು ಅತ್ಯಮೂಲ್ಯವಾದ ಮಾರ್ಗವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದುಕೊಂಡರು. ಈ ಮಾರ್ಗವೇನೆಂದರೆ ಪ್ರತಿ ಅಂಕಕ್ಕೂ ತನ್ನ ಸಹಜವಾದ ಬೆಲೆ ಮತ್ತು ಸ್ಥಾನೀಯ ಬೆಲೆ ಎಂಬ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಬೆಲೆಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸುವುದು. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ: ೪೪ ಎಂಬ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಎಡಗಡೆಯ ೪ ಬಲಗಡೆಯ ೪ರಷ್ಟೇ ಸಹಜವಾದ ಬೆಲೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದೆ; ಆದರೆ ಸ್ಥಾನದ ಕಾರಣ ಎಡಗಡೆಯ ೪ ಬಲಗಡೆಯ ೪ರ ಹತ್ತರಷ್ಟಿದೆ—ಏಕೆಂದರೆ ೪೪ ಎಂದರೆ ೪೦+೪ ಅಥವಾ ೪×೧೦+೪ ಎಂದರ್ಥ.

ಈ ನವೀನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವ ಸಂಖ್ಯಾಕ್ರಮ (ಮತ್ತು "ಸೊನ್ನೆ" ಎಂಬ ಅಭಿಪ್ರಾಯ) ನಿಧಾನವಾಗಿ ಅರೇಬಿಯಾ ಮೂಲಕ ಯೂರೋಪಿಗೆ ಹರಡಿ ಗಣಿತವು ಬೆಳೆಯಲು ಆಧಾರವಾಯಿತು. ದುರದೃಷ್ಟವಶಾತ್ ಈ ಕ್ರಮ ಅರೇಬಿಯಾ ಮೂಲಕ ಹೋದ ಕಾರಣ ವಿದೇಶೀಯರು ಅದನ್ನು "ಅರಬ್ಬರ ಸಂಖ್ಯಾಕ್ರಮ" ಎಂಬುದಾಗಿ ಕರೆದುಬಿಟ್ಟರು. ಈಗ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಇದರ ಮೂಲ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆದದ್ದು ಎಂಬುದಾಗಿ ಸರ್ವರೂ ಒಪ್ಪಿದ್ದಾರೆ.

ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೨೦೦ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಗಣಿತವು ಅನೇಕ ರೀತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದುನಿಂತಿತ್ತು. ಆರ್ಯಭಟ, ಬ್ರಹ್ಮಗುಪ್ತ, ಮಹಾವೀರಾಚಾರ್ಯ, ಭಾಸ್ಕರ

ಮುಂತಾದವರ ಪ್ರಮೇಯಗಳು ಮತ್ತು ಸೂತ್ರಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಇಷ್ಟು ಮುಂದುವರಿದಿತ್ತೇ ಎಂಬುದಾಗಿ ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯರನ್ನು ಚಕಿತಗೊಳಿಸಿವೆ.

೧೬ ಮತ್ತು ೧೭ನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಅನೇಕ ಪ್ರಮೇಯಗಳು ನಮ್ಮವರ ಕೃತಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿವೆ. ಗಣಿತ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ಕಲನ (Calculus) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವರು ೧೭ನೆಯ ಶತಮಾನದ ನ್ಯೂಟನ್ ಮತ್ತು ಲೀಬ್ನಿಟ್ಸ್ ಎಂಬುದಾಗಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಅಂಗೀಕೃತವಾಗಿದ್ದರೂ ಕೂಡ, ಕಲನದ ಕೆಲವು ಮೂಲಾಂಶಗಳು ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯರ (ಕ್ರಿ. ಶ. ೧೧೧೪) ಗ್ರಂಥಗಳಲ್ಲಿರುವುದಕ್ಕೆ ದಾಖಲೆಗಳು ಸಿಕ್ಕಿವೆ.[1]

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿರುವುದು ಕ್ರಿ.ಶ. ೧೨ನೆಯ ಶತಮಾನದವರೆಗೂ ಇದ್ದ ವಿಷಯ. ಆದರೆ ಭಾಸ್ಕರಾಚಾರ್ಯರ ನಂತರ ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಗಣಿತದ ಇಳಿಮುಖ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಅಂತರ್ದೇಶೀಯ ಖ್ಯಾತಿ ಇರಲಿ, ದೇಶದಲ್ಲಿಯೇ ಆಗಲಿ ಮೇಧಾವಿ ಎನಿಸಿಕೊಂಡ ವ್ಯಕ್ತಿ ೧೯ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕಡೆಯವರೆಗೂ ಯಾರೂ ಕಾಣಬರಲಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಈ ೨೦ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚದ ಗಣಿತಜ್ಞರೆಲ್ಲರ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಅಪೂರ್ವ ತಾರೆಯೊಂದು ಜನ್ಮತಾಳಿತು. ಇವರೇ ಶ್ರೀನಿವಾಸ ರಾಮಾನುಜನ್. ಕೇವಲ ೩೨ ವರ್ಷಗಳು ಮಾತ್ರ ಬದುಕಿದ್ದು, ಮೊದಲನೆಯ ೨೬ ವರ್ಷಗಳು ಕಡು ಬಡತನವನ್ನು ಅನುಭವಿಸಿ ನಂತರ ಜಿ. ಎಚ್. ಹಾರ್ಡಿ ಮುಂತಾದವರ ಪ್ರಯತ್ನದ ಫಲವಾಗಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹೋಗಿ, ಎಫ್. ಆರ್. ಎಸ್. ಇತ್ಯಾದಿ ಉತ್ತಮೋತ್ತಮ ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳನ್ನು ಗಳಿಸಿ, ನೂರಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲಿ ಗಣಿತಜ್ಞರು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕಠಿಣ ಗಣಿತದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕ್ಷಣಮಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಗ್ರಹಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿ ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೇ ಸವಾಲಿನಂತಿದ್ದ ಈ ರಾಮಾನುಜನ್ ಅವರ ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಬಾಲ್ಯ

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರು ೨೨-೧೨-೧೮೮೭ನೆಯ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸು ರಾಜ್ಯದ ಈರೋಡಿನಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದರು. ಇವರ ತಂದೆತಾಯಂದಿರು ಬಹು ಬಡತನದ ವಂಶಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವರು. ತಂದೆಯ ತಂದೆ ತಂಜಾವೂರು ಜಿಲ್ಲೆಯ ಕುಂಭಕೋಣದಲ್ಲಿ ಗಡಂಗಿನ ಸಾಧಾರಣ ಗುಮಾಸ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ತಾಯಿಯ ತಂದೆ ಈರೋಡಿನಲ್ಲಿ ಅಮೀನ

[1] ಈ ವಿಷಯುವನ್ನು ಇದೇ ಸಂಪುಟದಲ್ಲಿರುವ ಲೇಖಕರ ಬೇರೊಂದು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತಾರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ತಂದೆ ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಐಯ್ಯಂಗಾರ್ ಅವರು ಬಟ್ಟೆ ಅಂಗಡಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಗುಮಾಸ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಹಿಂದೆ ಇವರ ವಂಶದಲ್ಲಿ ಗಣಿತ ದಲ್ಲಿ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾಗಿದ್ದವರು ಯಾರೂ ಕಾಣಬರುವುದಿಲ್ಲ. ರಾಮಾನುಜನ್ ರವರ ವಂಶದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನ ಹಲವು ತಲೆಮಾರಿನವರ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಬಡತನ ಮತ್ತು ವೈದಿಕಪದ್ಧತಿ ತುಂಬಿತುಳುಕಾಡುತ್ತಿದ್ದುವು. ಇಂತಹ ವಂಶದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟಿದ ಶಿಶುವು ಪ್ರಪಂಚದ ಗಣಿತೋತ್ತಮರ ಮೆಚ್ಚುಗೆಗೆ ಪಾತ್ರವಾಯಿತೆಂಬುದು ಅತ್ಯಂತ ಕುತೂಹಲಕಾರಿಯಾದ ವಿಷಯ.

ಯಾರ ಕಣ್ಣಿಗೂ ಬೀಳದಿರುವ, ಯಾವುದೋ ಭಾರಿ ಬೆಟ್ಟದ ಮೂಲೆಯೊಂದ ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಂಡೆಯ ಕೆಳಗಡೆ ಅತ್ಯಂತ ಮನೋಹರವಾದ ಮತ್ತು ಸುವಾಸನೆ ಯುಳ್ಳ ಹೂವೊಂದು ಹುಟ್ಟಲು ಸಾಧ್ಯ. ಜನ್ಮತಾಳಿದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ರವರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯೂ ಅದೇರೀತಿ ಇತ್ತು.

ಬಹುಕಾಲ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ತಂದೆತಾಯಿಗಳಿಗೆ ಮಕ್ಕಳಿರಲಿಲ್ಲವೆಂದೂ, ನಾಮಕ್ಕದೇವತೆಯನ್ನು ಪೂಜಿಸಿ ಪ್ರಸಾದವನ್ನು ಅವರು ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಮಗನನ್ನು ಪಡೆದರೆಂದೂ ಪ್ರತೀತಿ ಇದೆ.

ತಮ್ಮ ೭ನೆಯ ವರ್ಷ ರಾಮಾನುಜನ್ ಕುಂಭಕೋಣದ ಶಾಲೆಯೊಂದನ್ನು ಸೇರಿದರು. ಇದಾದನಂತರ ಕುಂಭಕೋಣಂ ಹೈಸ್ಕೂಲಿಗೆ ಸೇರಿ ೧೯೦೪ರಲ್ಲಿ ಹೈಸ್ಕೂಲು ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಗಿಸಿದರು. ಆಮೇಲೆ ಅದೇ ಊರಿನ ಸರ್ಕಾರಿ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಹೊರಟರು. ಆದರೆ ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಇವರಿಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಅಂಕಗಳು ಬರಲಿಲ್ಲವಾದ ಕಾರಣ ಅವರು ಆಗ ಇದ್ದ ಎಫ್.ಎ. (F.A.) ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಫೇಲಾದರು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ರವರ ಕಾಲೇಜು ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮುಕ್ತಾಯವಾಯಿತೆನ್ನ ಬಹುದು.

ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ದೆಶೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ರಾಮಾನುಜನ್ ಹೇಗಿದ್ದರೆಂಬುದು ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯ ವಿಷಯ.

ರಾಮಾನುಜನ್ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಸಂಕೋಚದ ಪ್ರಕೃತಿಯವರು. ಅವರ ಮುಖವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಅವರು ಯಾವಾಗಲೂ ಚಿಂತಾಕ್ರಾಂತರಾಗಿರುವಂತೆಯೇ ಕಾಣಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ತರಗತಿಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲಂತೂ ಅವರಿಗೆ ಗಣಿತವನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಷಯದಲ್ಲಿಯೂ ಆಸಕ್ತಿ ಕಾಣಬರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ತಾವೇ ಕುಳಿತು ಯಾವುದೇ ಗಣಿತದ ಫಲಿತಾಂಶವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಾ ಇದ್ದು ಕಾಲ ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಸಾಲದಿದ್ದುದರಿಂದಲೋ ಅಥವಾ ತಮ್ಮ ಕಾಲವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಗಣಿತದಲ್ಲಿಯೇ ಕಳೆಯುತ್ತಿದುದರಿಂದಲೋ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಶರೀರವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ತೀರಾ ಕಡಿಮೆ ಅಂಕಗಳು ಬರುತ್ತಿದ್ದವು.

ಗಣಿತದ ತರಗತಿಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೇಳೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಎದ್ದುನಿಂತು ಉಪಾಧ್ಯಾಯರು ವಿವರಿಸಿದ ೮–೧೦ ಹಂತಗಳು ಅನಾವಶ್ಯಕವೆಂದೂ, ೩–೪ ಹಂತಗಳೇ ಸಾಕೆಂದೂ ತಿಳಿಸಿ ಹಾಗೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ಮಾಡಲು ತಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಸೂತ್ರವನ್ನು ತಿಳಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಅಂತಹ ವಾದಗಳು ಇತರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನಲ್ಲದೆ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರನ್ನೂ ದಂಗುಬಡಿಸುತ್ತಿದ್ದುವು.

ಮಾಧ್ಯಮಿಕಶಾಲೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಒಂದು ದಿನ ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರು, "೩ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ೩ ಜನರಿಗೆ ಹಂಚಿದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬನಿಗೂ ೧ ಹಣ್ಣು ಸಿಗುವುದು ....ಹೀಗೆಯೇ ಯಾವುದಾದರೂ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅದರಿಂದಲೇ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ೧ ಬರುತ್ತದೆ" ಎನ್ನಲು, ಕೂಡಲೇ ರಾವಮಾನುಜನ್ ಎದ್ದುನಿಂತು, "ಸ್ವಾಮಿ! ಸೊನ್ನೆಯನ್ನು ಸೊನ್ನೆಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ೧ ಬರುವುದೇ? ಇಲ್ಲದಿರುವ ಹಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಸೊನ್ನೆ ಜನರಿಗೆ ಹಂಚಿದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬನಿಗೂ ೧ ಸಿಗುವುದೆ?" ಎಂದು ಕೇಳಿದಾಗ ಇವರ ಪ್ರತಿಭೆ ಪ್ರಥಮ ಬಾರಿಗೆ ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂತೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ತರಗತಿಯ ಸ್ನೇಹಿತರೂ ಮುಂದಿನ ತರಗತಿಯವರೂ ಬಂದು ಗಣಿತದ ಅನೇಕ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ಅವರಿಂದ ಉತ್ತರ ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ವಿಷಯ ಸರ್ವೇಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿತ್ತು.

ತಮ್ಮ ೧೩ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನ ಹೊತ್ತಿಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಡಿಗ್ರಿ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೊಬ್ಬನಿಂದ ಲೋನಿ (Loney) ಬರೆದ ಟ್ರಿಗನಾಮಿಟ್ರಿ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪಡೆದು ಅದರಲ್ಲಿನ ಸಮಸ್ಯೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಬಿಡಿಸಿದರು. ಆಗಲೇ ಅವರ ಕೈಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ *Synopsis of Pure and Applied Mathematics by Carr* ಎಂಬ ಗ್ರಂಥವು ಅವರ ಮನಸ್ಸನ್ನಾಕರ್ಷಿಸಿತು. ಹಲವಾರು ದಿವಸ ಅದರ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಮಾಡಿದ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಒಂದು ರೀತಿಯಾದ ಕೋಲಾಹಲವೇ ಉಂಟಾಗಿ ಅವರು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಅನೇಕ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು.

ಇಷ್ಟಾದರೂ ಇವರ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರಾರೂ ಇವರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅದ್ವಿತೀಯ ಪ್ರತಿಭೆ ಇದೆ ಎಂಬಂಶವನ್ನು ಮನಸ್ಸಿಗೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳದಿದ್ದುದು ದುರ್ದೈವ. ಹಾಗಲ್ಲದೆ ಸರಕಾರವಾಗಲೀ, ಮತ್ತಾವ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಲೀ ಇವರು ಮೇಧಾವಿ ಎಂಬುದನ್ನು ಇವರು ಎಫ್.ಎ. ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗಲೇ ಗಮನಿಸಿ ಸೂಕ್ತ ಉತ್ತೇಜನ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಮುಂದೆ ೮–೧೦ ವರ್ಷಗಳು ರಾಮಾನುಜನ್ ಅನುಭವಿಸಿದ ಜೀವನದ ಹೋರಾಟವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ ಗಣಿತ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅವರ ಕೆಲಸ ಇನ್ನೂ ಸುಗಮವಾಗಿ ನಡೆಯುವಂತೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿರುತ್ತಿತ್ತು. ಪ್ರಾಯಶಃ ಅವರ ಆರೋಗ್ಯವೂ ಉತ್ತಮಗೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತೋ ಏನೋ!

ನೌಕರಿಗಾಗಿ ಪರದಾಟ

೧೯೦೪ರಲ್ಲಿ ಎಫ್. ಎ. ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಉತ್ತೀರ್ಣರಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗದೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಬಿಟ್ಟು ೧೯೦೫ರಲ್ಲಿ ಕೊಂಚಕಾಲ ಆಂಧ್ರ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಕಳೆದರು. ೧೯೦೬ರಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಅಜ್ಜಿಯೊಡನೆ ಮದ್ರಾಸಿನ ಫ್ರೂಟ್ ಬಜಾರಿನ ಗಲ್ಲಿಯೊಂದರಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿದ್ದು ಪುನಃ ಓದಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಆಗಲೂ ಕಾಹಿಲೆ ಬಿದ್ದು ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕೂಡಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ೧೯೦೭ರಲ್ಲಿ ಕಡೆಯ ಬಾರಿಗೆ ಕೂತಾಗಲೂ ಎಫ್.ಎ. ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಫೇಲಾಯಿತು.

೧೯೦೯ರಲ್ಲಿ ಅವರ ೨೨ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಮದುವೆಯಾದರು. (ಆಗ ೯ ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ಅವರ ಹೆಂಡತಿಯ ಹೆಸರು ಜಾನಕಿ.) ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಬಡತನ ಮತ್ತು ರೋಗ ಅವರನ್ನು ಕಾಡುತ್ತಿತ್ತು. ಕೇವಲ ಜೀವಿತವಾಗಿರುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರು ಯಾವುದಾದರೂ ನೌಕರಿ ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ಸಾಕು ಎಂಬುದಾಗಿ ಅಲೆಯುವ ಸ್ಥಿತಿ ಬಂದುಬಿಟ್ಟಿತು.

೧೯೧೦ರಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಆಗ ಮದ್ರಾಸು ಸಿವಿಲ್ ಸರ್ವಿಸಿನಲ್ಲಿ ಡೆಪ್ಯುಟಿ ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಆಗಿದ್ದ ವಿ. ರಾಮಸ್ವಾಮಿ ಐಯ್ಯರವರ ಬಳಿ ಹೋಗಿ ತನಗೆ ಗಣಿತದಲ್ಲಿರುವ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿ ಜೀವನೋಪಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಒಂದು ನೌಕರಿಯನ್ನು ಬೇಡಿದರು. ರಾಮಸ್ವಾಮಿ ಐಯರ್, ಪ್ರೊ. ಪಿ. ವಿ. ಶೇಷು ಐಯ್ಯರ್ ಅವರನ್ನು ನೋಡಲು ತಿಳಿಸಿ ಒಂದು ಕಾಗದವನ್ನು ಬರೆದುಕೊಟ್ಟರು. ಶೇಷು ಅಯ್ಯರ್ ಅವರು ಆಗ ನೆಲ್ಲೂರು ಡಿಸ್ಟ್ರಿಕ್ಟಿನ ಕಲೆಕ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಇಂಡಿಯನ್ ಮ್ಯಾಥಮ್ಯಾಟಿಕಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರು ಆಗಿದ್ದ ದಿವಾನ್ ಬಹದ್ದೂರ್ ಆರ್. ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್ ಅವರ ಬಳಿ ಕಳುಹಿಸಿದರು. ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್ ತಾವೇ ಸಹಾಯಮಾಡುವುದಾಗಿ ವಾಗ್ದಾನ ಮಾಡಿದರು.

ಆದರೆ ಹೀಗೆ ಧರ್ಮದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರುವ ಹಣವನ್ನು ಬಹುಕಾಲ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ರಾಮಾನುಜನ್ ಇಷ್ಟಪಡಲಿಲ್ಲ. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಗಣಿತದ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸ್ಲೇಟಿನ ಮೇಲೆ ಮಾಡಿ ಅಳಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಒಂದು ದಿನ ಕೆ. ಎಸ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್ ಎಂಬುವರು ಅವರನ್ನು ಭೇಟಿಮಾಡಿ, "ರಾಮಾನುಜನ್! ನೀವು ಯಾಕೆ ಸ್ಲೇಟಿನ ಮೇಲೆಯೇ ಬರೆಯುತ್ತೀರಲ್ಲಾ? ಕಾಗದವನ್ನೇಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬಾರದು?" ಎಂದುದಕ್ಕೆ "ನಾನು ಬದುಕಿರುವುದೇ ನನಗೆ ಭಾರಿ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿದೆ. ಆಹಾರವೇ ಇಲ್ಲದಿರುವಾಗ ಪೇಪರಿಗೆ ಹಣ ಎಲ್ಲಿಂದ ಬರಬೇಕು?" ಎಂಬುದಾಗಿ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಕೊಟ್ಟ ಉತ್ತರವನ್ನು ಕೇಳಿದ ಯಾವ ಭಾರತೀಯನ ಕಣ್ಣಲ್ಲಿ ತಾನೆ ನೀರು ಬರುವುದಿಲ್ಲ?

ಕಡೆಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್ ಅವರಿಂದ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ಸಹಾಯ

ಧನವನ್ನು ಬೇಡವೆಂದುಬಿಟ್ಟರು. ಹಾಗಾದಾಗ ಶೇಷು ಅಯ್ಯರ್ ಮತ್ತು ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್ ಇಬ್ಬರೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ ಮದ್ರಾಸು ಪೋರ್ಟ್ ಟ್ರಸ್ಟಿನ ಎಸ್. ನಾರಾಯಣ ಆಯ್ಯರನ್ನು ರಾಮಾನುಜನ್‌ಗೆ ಒಂದು ನೌಕರಿ ಕೊಡುವಂತೆ ಕೇಳಿಕೊಂಡರು. ಇದೆಲ್ಲದರ ಫಲವಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲೇ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳೊಬ್ಬರೂ, ಆಗಿನ ಕಾಲದ ಭಾರತದ ಉತ್ತಮೋತ್ತಮ ಗಣಿತದ ಮೇಧಾವಿಗಳೂ ಆದ ರಾಮಾನುಜನ್ ಬಂದರಿನಲ್ಲಿ ಹಡಗಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗಿಬರುವ ಮೂಟೆಗಳ ಲೆಕ್ಕಾಚಾರ ಹಾಕುವ ಗುಮಾಸ್ತರಾಗಿ ತಿಂಗಳಿಗೆ ೨೫ ರೂಪಾಯಿಗಳ ಸಂಬಳದ ಮೇಲೆ ೧-೩-೧೯೧೨ರಂದು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಸೇರಿದರು.

ಬಂದರಿನ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಇದ್ದುದು ಕೇವಲ ಒಂದು ವರ್ಷ ಮಾತ್ರ. ಆದರೂ ತಮ್ಮ ಅನೇಕ ವರ್ಷಗಳ ಹಂಬಲ, ಎಂದರೆ ತಮ್ಮ ಎರಡು ಹೊತ್ತಿನ ಅನ್ನದ ಯೋಚನೆ ತಪ್ಪಬೇಕು ಎಂಬ ಇಚ್ಛೆ, ಪೂರೈಸಿಸುದಕ್ಕೆ ಅವರು ತೃಪ್ತಿಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರಂತೆ. ಈ ಕೆಲಸದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ರಾಮಾನುಜನ್ ತಮ್ಮ ಪುರುಸತ್ತಿನ ಕಾಲವನ್ನೆಲ್ಲಾ ಉನ್ನತ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದು ಗಣಿತ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೇ ಹೊಸದಾದ ಹಲವಾರು ಫಲಿತಾಂಶಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿರುತ್ತಿದ್ದರು.

ಬಂದರಿನ ಕೆಲಸ ಬಿಡಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನ

ಇಷ್ಟು ಹೊತ್ತಿಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಅವರ ಪ್ರತಿಭೆ ಇತರರ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯಲು ಆರಂಭಿಸಿತು. ತಮ್ಮ ನೋಟ್‌ಬುಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದ *Theory of Divergent Series, Elliptic Integrals, Bernoulli 's Numbers* ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ಗಣಿತದ ಇಲಾಖೆ ಇವರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಪಡೆಯಬೇಕೆಂಬ ನಿರ್ಧಾರವನ್ನು ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್ ಮತ್ತು ಶೇಷು ಅಯ್ಯರ್ ಮಾಡಿದರು. ಈ ಮಧ್ಯೆ ರಾಮಾನುಜನ್ Journal of the Indian Mathematical Society ಯಲ್ಲಿ ಹಲವು ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆದಿದ್ದರು.

ರಾಮಚಂದ್ರರಾಯರು ಮದ್ರಾಸ್ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಗ್ರಿಫಿತ್ (Griffith) ಎಂಬುವರನ್ನು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ಕೇಳಿಕೊಂಡರು. ಗ್ರಿಫಿತ್ ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರೊ. ಎಂ. ಜಿ. ಎಂ. ಹಿಲ್ (M. G. M. Hill) ಎಂಬುವರಿಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಹಲವು ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿ ಅಭಿಪ್ರಾಯ ಕೇಳಲಾಗಿ, ಹಿಲ್, "ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕವಾದ ಈ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾಗಿವೆ" ಎಂದುತ್ತರಕೊಟ್ಟರು.

ಹೀಗಿರುವಾಗ ಶೇಷು ಐಯ್ಯರ್ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರನ್ನು ಕಂಡು, "ನೀವು ನೇರವಾಗಿ ಕೆಂಬ್ರಿಜಿನ ಗಣಿತದ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಜಿ. ಎಚ್. ಹಾರ್ಡಿ (G. H. Hardy)

ಯವರಿಗೆ ಕಾಗದ ಬರೆಯಿರಿ" ಎಂದು ಉತ್ತೇಜನ ಕೊಟ್ಟರು. ೧೬–೧–೧೯೧೩ ರಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಒಂದು ಕಾಗದ ಬರೆದು ಅದರ ಜೊತೆಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ೧೨೦ ಪ್ರಮೇಯಗಳನ್ನೂ ಸೂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಕಳುಹಿಸಿದರು. ಇವುಗಳನ್ನು ನೋಡಿದ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ಹಾರ್ಡಿಯವರಿಗೆ ಆದ ಆನಂದ ಮತ್ತು ಕೋಲಾಹಲಕ್ಕೆ ಮಿತಿಯೇ ಇರಲಿಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ ಹಾರ್ಡಿ ಮತ್ತಿತರ ಯೂರೋಪಿನ ಗಣಿತಜ್ಞರು ಹಲವಾರು ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಬಿಡಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಅನೇಕ ಗಣಿತದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳಿಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಹೊಸ ಬೆಳಕನ್ನು ತೋರುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹಾರ್ಡಿ ಅನುಭವಪಟ್ಟರು.

ರಾಮಾನುಜನ್ ಮತ್ತು ಹಾರ್ಡಿ ಇವರ ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರ ಶುರು ಆಯಿತು. ತನಗೆ ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಿಂದ ಏನಾದರೂ ಸ್ಕಾಲರ್‌ಷಿಪ್ ಸಿಗುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕೆಂದು ರಾಮಾನುಜನ್ ಹಾರ್ಡಿಯವರನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಂಡರು. ಹಾರ್ಡಿಯವರು ಲಂಡನ್ನಿನ ಭಾರತೀಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿಯ ಮೂಲಕ ಎಲ್ಲಾ ವಿಚಾರಗಳನ್ನೂ ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ರಿಜಿಸ್ಟ್ರಾರ್ ಅವರಿಗೆ ತಿಳಿಸಿದರು.

ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಯಾವರೀತಿ ಸಹಾಯಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸತೊಡಗಿತು. ಗಣಿತದ ಬೋರ್ಡ್ ಆಫ್ ಸ್ಟಡೀಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಳ್ಳೆಯ ಶಿಫಾರಸೂ ಆಯಿತು. ವಿಷಯ ಸಿಂಡಿಕೇಟಿನ ಮುಂದೆ ಬಂದಿತು. ಸ್ಕಾಲರ್‌ಷಿಪ್ ಕೊಡಲು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಮಾಸ್ಟರ್ ಡಿಗ್ರಿ ಇಲ್ಲವಲ್ಲಾ ಎಂಬ ತಕರಾರನ್ನು ಹಲವರು ಎತ್ತಿದರು. ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಆ್ಯಕ್ಟಿನ ಪೀಠಿಕಾ ಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಒಂದು ಗುರಿ ಎಂದಿದ್ದುದನ್ನು ಹಲವರು ತಿಳಿಸಲು, ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ವಿರುದ್ಧ ಇದ್ದ ತಕರಾರು ಹೋಗಿ, ತಿಂಗಳಿಗೆ ೭೫ ರೂಪಾಯಿನಂತೆ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ಒಂದು ವಿಶೇಷ ಸ್ಕಾಲರ್‌ಷಿಪ್ ಹಲವು ಷರತ್ತುಗಳೊಡನೆ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ದೊರಕಿತು. ರಾಮಾನುಜನ್ ಬಂದರಿನಲ್ಲಿ ಮೂಟೆಗಳನ್ನೆಣಿಸುವ ನೌಕರಿಯಿಂದ ಮುಕ್ತರಾದರು.

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಹಾರ್ಡಿಯವರ ಯತ್ನ

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿಯಾದರೂ ಅರಿತ ಹಾರ್ಡಿಯವರು ಅವರನ್ನು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಮನಸ್ಸುಮಾಡಿದರು. ಮೊದಲು ಈ ವಿಷಯ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ತಿಳಿದಾಗ, "ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಈ ಬ್ರಾಹ್ಮಣ ಸಮುದ್ರಯಾನಮಾಡುವುದುಂಟೇ? ನಮ್ಮ ತಾಯಿಯವರುತಾನೇ ಒಪ್ಪುವರೇ? ಕೇಂಬ್ರಿಜಿಗೆ ಹೋಗಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ" ಎಂದುಬಿಟ್ಟರು.

ಈ ಮಧ್ಯೆ ಕೇಂಬ್ರಿಜಿನ ಗಣಿತಜ್ಞ, ಇ. ಎಚ್. ನೆವಿಲ್ (E. H. Neville) ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೆ ೧೯೧೩–೧೪ ರಲ್ಲಿ ಭೇಟಿ ಕೊಡುವವರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರನ್ನು ಕೇಂಬ್ರಿಜಿಗೆ ತರುವಂತೆ ಹೇಗಾದರೂ ಪ್ರಯತ್ನಿಸ ಬೇಕೆಂದು ಹಾರ್ಡಿ ನೆವಿಲ್ ಅವರಿಗೆ ಒತ್ತಾಯಪಡಿಸಿ ಕಳುಹಿಸಿದ್ದರು.

ನೆವಿಲ್ ಮದ್ರಾಸಿಗೆ ಬಂದು ಅಧಿಕಾರಿಗಳೊಡನೆ ಈ ವಿಷಯ ಚರ್ಚಿಸಿದರು. ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವು ೨೫೦ ಪೌಂಡುಗಳ ೨ ವರ್ಷಗಳ ಸ್ಕಾಲರ್ ಷಿಪ್ಪನ್ನು ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕೊಡಲು ಒಪ್ಪಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಪ್ರಯಾಣದ ಇತರ ಹಲವು ಖರ್ಚುಗಳಿಗೂ ಸಮ್ಮತಿ ಇತ್ತಿತು. (ಮುಂದೆ ಇದನ್ನು ೫ ವರ್ಷಗಳಿಗೆ ಏರಿಸಲಾಯಿತು).

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರೇನೋ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹೋಗಲು ಒಪ್ಪಿದರು. ಆದರೆ ಅವರ ತಾಯಿಯ ಒಪ್ಪಿಗೆ ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಸಿಗಲಿಲ್ಲ. ತಾಯಿಯ ಕನಸಿನಲ್ಲಿ ನಾಮಕ್ಕದೇವಿಯು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡು ಮುಂದೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಯೂರೋಪಿನ ವಿದ್ವತ್ಸಭೆಯೊಂದರಲ್ಲಿ ಸನ್ಮಾನಿತರಾದವರಂತೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿ ಮಾಯವಾದಳೆಂದು ಹೇಳಲಾಗಿದೆ. ಕೊನೆಗೆ ತಾಯಿಯೂ "ಆಗಲಿ" ಎಂದರು.

ತಮಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದ ಹಣದ ಪೈಕಿ ತಿಂಗಳಿಗೆ ೬೦ ರೂಪಾಯಿಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ಕೊಡುವಂತೆ ಪ್ರಾರ್ಥಿಸಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ೧೭-೩-೧೯೧೪ ರಂದು ಕೇಂಬ್ರಿಜಿಗೆ ಪ್ರಮಾಣಮಾಡಿದರು. ಹಾರ್ಡಿಯವರ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ಅಲ್ಲಿಯ ಟ್ರಿನಿಟಿ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದಲೂ ರಾಮಾನುಜನ್ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೬೦ ಪೌಂಡುಗಳ ವೇತನ ಪಡೆದರು.

ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವ ಭಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಇರಲಿ, ಪ್ರತಿಭೆಗೆ ಪುರಸ್ಕಾರ ಕೊಟ್ಟು ಹಠಮಾಡಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರನ್ನು ಕೇಂಬ್ರಿಜಿಗೆ ಕರೆಯಿಸಿಕೊಂಡ ೨೦ನೆಯ ಶತಮಾನದ ಶ್ರೇಷ್ಠ ಗಣಿತಜ್ಞರಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ಜಿ. ಎಚ್. ಹಾರ್ಡಿಯವರಿಗೆ ಭಾರತೀಯರೆಲ್ಲ ಚಿರಋಣಿಗಳಾಗಿರಬೇಕು.

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ವಾತಾವರಣ

ದಕ್ಷಿಣ ಭಾರತದ ವೈದಿಕಮನೆತನದ ಪದ್ಧತಿಯನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸಲು ರಾಮಾನುಜನ್ ಪಟ್ಟ ಕಷ್ಟ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಉಡುಪನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುವುದೇ ಕೇಂಬ್ರಿಜಿನ ಅವರ ಸ್ನೇಹಿತರ ಸಾಹಸದ ಕೆಲಸವಾಯಿತು. ತಲೆಯ ಮೇಲಿದ್ದ ಜುಟ್ಟೂ ಕೂಡ ಒಂದು ಸಮಸ್ಯೆಯಾಗಿತ್ತು. ಇವೆಲ್ಲ ಸಣ್ಣ ವಿಷಯಗಳಾಗಿ ಕಂಡರೂ ರಾಮಾನುಜನ್ ತಮ್ಮ ಜಿಗುಪ್ಸೆಯನ್ನು ಆಗಾಗ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸುತ್ತಲೇ ಇದ್ದರಂತೆ. ಆದರೆ ಇಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ನಿಜ: ಇನ್ನಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಬದಲಾವಣೆ

ಹೊಂದಲು ಅವರ ಸ್ನೇಹಿತರು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ ಸಫಲರಾದಾಗ್ಯೂ, ರಾಮಾನುಜನ್ ಮೊದಲಿನಿಂದ ಕಡೆಯವರೆಗೂ ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾದ ಸಸ್ಯಾಹಾರಿಗಳಾಗಿಯೇ ಇದ್ದರು. ಈಗಿನಂತೆ ಆಗ ಸಸ್ಯಾಹಾರ ಹೊರಗಡೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಸಿಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವಾದ ಕಾರಣ ರಾಮಾನುಜನ್ ತಮ್ಮ ಆಹಾರವನ್ನು ತಾವೇ ಬೇಯಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಕಾಲ ಮಿತಿಯ ಕಾರಣ ಹಲವು ವೇಳೆ ಎರಡು ದಿವಸಗಳ ಆಹಾರವನ್ನು ಒಂದೇ ಸಲ ತಯಾರುಮಾಡಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಚಳಿಯೂ ಸಾಕಷ್ಟಿತ್ತು. ಅಂತೂ ರಾಮಾನುಜನ್ ಅಷ್ಟಾಗಿ ದೇಹದ ಸೌಖ್ಯವನ್ನನುಭವಿಸಲಿಲ್ಲ.

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಸಂಶೋಧನಾ ವಿಧಾನ

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಕಾರ್ಯವಿಧಾನ ಹೇಗಿರಬೇಕೆಂಬುದು ಹಾರ್ಡಿಯವರಿಗೆ ಸಮಸ್ಯೆಯಾಯಿತು. ರಾಮಾನುಜನ್ ಹಲವು ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಆಳವಾಗಿ ಯೋಚಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಅದ್ವಿತೀಯರಾಗಿದ್ದರು. *Modular Equations, Theorems of Complex Multiplications, Continued Fractions,* ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವದ ಗಣಿತಜ್ಞರಲ್ಲೇ ರಾಮಾನುಜನ್ ಅಗ್ರಗಣ್ಯರಾಗಿದ್ದರೆಂದು ಹಾರ್ಡಿ ತಿಳಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ನವೀನ ವಿಷಯಗಳಾದ *Cauchy's Theorem, Functions of a Complex Variable,* ಏನೆಂಬುದು ಕೂಡ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಇಂತಹವರ ಗಣಿತ ಸಂಶೋಧನೆಯ ರೀತಿನೀತಿ ಏನೆಂಬುದು ಹಾರ್ಡಿಯವರನ್ನು ಯೋಚನಾಕ್ರಾಂತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿತು.

ಯಾರಿಗಾದರೂ ಮೊದಲು ತೋರುವ ವಿಧಾನವೆಂದರೆ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ನವೀನ ಗಣಿತದ ಪಾಠಗಳ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮೊದಲು ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟು ಅವರನ್ನು ತರಬೇತಿ ಮಾಡುವುದು. ಆದರೆ ಕೊಂಚಮಟ್ಟಿಗೆ ಹಾಗೆ ಮಾಡಲು ಶುರುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದ ಹಾರ್ಡಿ ಕೂಡಲೇ ತಮ್ಮ ತಪ್ಪನ್ನರಿತರು. ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರು ಹೊಸವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಆಸಕ್ತಿವಹಿಸುವುದಿರಲಿ, ಯಾವ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಪ್ರತಿಭೆ ಇತ್ತೋ ಆ ಪ್ರತಿಭೆಯೂ ಕೊಂಚ ಇಳಿಮುಖವಾದಂತೆ ತೋರಿತು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ರಾಮಾನುಜನ್ ತಮಗೆ ಇಷ್ಟವಿದ್ದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮ ಪ್ರತಿಭೆ ಓಡಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಲಿ ಎಂಬುದಾಗಿ ಹಾರ್ಡಿ ಅವರಿಗೆ ಪೂರ್ಣ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಕೊಟ್ಟುಬಿಟ್ಟರು.

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಸಂಗ್ರಹಿತ ಲೇಖನಗಳು (*Collected Papers*) ಎಂಬುದರಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟು ೩೭ ಲೇಖನಗಳಿವೆ. ಇವುಗಳ ಪೈಕಿ ೫ ಮಾತ್ರ ಮೊದಲೇ ಇಂಡಿಯನ್ ಮ್ಯಾಥಮ್ಯಾಟಿಕಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಜರ್ನಲಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿದ್ದುವು. ಉಳಿದುವೆಲ್ಲ ಹೆಚ್ಚು ಕಡಿಮೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ರೂಪಗೊಂಡವು.

ಈ ೩೭ ಲೇಖನಗಳೂ ಹಾರ್ಡಿಯವರ ಸಂಪಾದಕತ್ವದಲ್ಲಿ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನಿಂದ ೧೯೨೭ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದುವು.

ಪ್ರಶಸ್ತಿಗಳು

ರಾಮಾನುಜನ್ ಕೇಂಬ್ರಿಜಿಗೆ ಹೋದ ಹಲವು ಕಾಲದೊಳಗಾಗಿ ಎಂದರೆ ೧೯೧೬ರಲ್ಲಿ ಕೇಂಬ್ರಿಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಆನರೆರಿ ಬಿ.ಎ. ಡಿಗ್ರಿ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆಯಿತು.

ಪ್ರಪಂಚದ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಮೀಸಲಾಗಿಡಲಾಗಿರುವ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಫೆಲೋ ಆಫ್ ದಿ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯತ್ವದ F. R. S. ಪ್ರಶಸ್ತಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ೨೮-೨-೧೯೧೮ರಲ್ಲಿ ಕೊಡಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಕೇವಲ ೩೦ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಈ ಬಹುಮಾನದ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆ ಅವರ್ಣನೀಯ.

೧೩-೧೦-೧೯೧೮ರಂದು ಕೇಂಬ್ರಿಜಿನ ಟ್ರಿನಿಟಿ ಕಾಲೇಜಿನ ಫೆಲೋ ಆಗಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟರು. ಇದಕ್ಕೆ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೨೫೦ ಪೌಂಡುಗಳಂತೆ ೬ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯ ಷರತ್ತಿಲ್ಲದ ಗೌರವಕಾಣಿಕೆಯೊಂದಿದೆ. ಈ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಭಾರತೀಯರ ಪೈಕಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರೇ ಮೊದಲನೆಯವರು.

ಈ ಮಧ್ಯೆ ಹಾರ್ಡಿಯವರ ಸೂಚನೆಯಂತೆ ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು ೧-೪-೧೯೧೯ರಿಂದ ೫ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೨೫೦ ಪೌಂಡುಗಳಂತೆ ಷರತ್ತಿಲ್ಲದ ವೇತನವನ್ನೂ, ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಸಮುದ್ರಯಾನದ ಪೂರಾ ಖರ್ಚನ್ನೂ ಕೊಡಲು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿತು.

ಮತ್ತಾವ ಗೌರವಗಳು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಲಭಿಸುವುದರಲ್ಲಿದ್ದುವೋ—ಅತ್ಯಂತ ವ್ಯಸನದಾಯಕವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಉದ್ಭವಿಸಿದುದನ್ನು ಈಗ ಓದಿ ಕಣ್ಣೀರು ಸುರಿಸಬೇಕಾಗಿರುವ ನಿಮ್ಮ ಮುಂದೆ ಈ ಪಂಕ್ತಿಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ಲೇಖಣಿಯೇ ಓಡುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಇರುವ ವಿಷಯವನ್ನು ಹೇಳಿ ಮುಗಿಸಬೇಕು—ದೈವಾಜ್ಞೆಯ ವಿರುದ್ಧ ಅಪೀಲು ಮಾಡಲು ಯಾರಿಗೆ ತಾನೇ ಸಾಧ್ಯ !

ತೀವ್ರ ಅನಾರೋಗ್ಯ

ಸುಮಾರು ೩ ವರ್ಷಗಳ ಕಾಲ ರಾಮಾನುಜನ್ ಗಣಿತ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿ ದೇಹವನ್ನು ದಂಡಿಸಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಹವಾ ಅಷ್ಟೇನೂ ಅವರಿಗೆ ಹಿಡಿಸಲಿಲ್ಲ. ಇದರ ಜೊತೆಗೆ ಮತಾಚಾರಗಳ ಕಾರಣದಿಂದ ಪುಷ್ಟಿಯಾದ ಆಹಾರವಿಲ್ಲದಿರುವುದು ಬೇರೆ. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸೇರಿ ೧೯೧೭ ರ ಮಾರ್ಚಿಯ ವೇಳೆಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ತೀವ್ರ ವ್ಯಾಧಿಗ್ರಸ್ತರಾಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆಂಬ ಶಂಕೆ ತೋರಿತು. ವಾಪಸು ಕೂಡಲೇ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗೋಣವೆಂದರೆ ಮೊದಲನೆಯ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ಕಾರಣದಿಂದ ಸಮುದ್ರಯಾನ ಅಷ್ಟು ಕ್ಷೇಮಕರವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದೂ ಅಲ್ಲದೆ ಯುದ್ಧಕ್ಕೋಸ್ಕರ

ಇಂಡಿಯಾದ ಉತ್ತಮ ವೈದ್ಯರ ಸೇವೆಯೆಲ್ಲ ಬೇರೆಕಡೆ ಹರಿದುಬಿಟ್ಟಿತ್ತು. ಕೊನೆಗೆ ರಾಮಾನುಜನ್ ಕೇಂಬ್ರಿಜಿನ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗೆ ದಾಖಲಾದರು. ೧೯೧೮ರ ವೇಳೆಗೆ ಅವರ ಕಾಹಿಲೆ ಕ್ಷಯರೋಗವೆಂದು ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿತು. ಪ್ರಪಂಚದ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದ ಈ ೩೦ ವರ್ಷ ವಯಸ್ಸಿನ ವ್ಯಕ್ತಿ ಅಪಾಯಕರವಾದ ವ್ಯಾಧಿಗೆ ತುತ್ತಾಗಿ ಮಲಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿದ ಹಾರ್ಡಿ ಮುಂತಾದವರ ಆತಂಕ ಹೇಳತೀರದು.

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ದೇಹಸ್ಥಿತಿ ಉತ್ತಮಗೊಳ್ಳಲೇ ಇಲ್ಲ. ೧೯೧೮ರಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಎಫ್. ಆರ್. ಎಸ್. ಪ್ರಶಸ್ತಿಯ ಕಾರಣ ಅವರಲ್ಲಿ ಕೊಂಚ ಲವಲವಿಕೆಯುಂಟಾದಂತೆ ಕಾಣಿಸಿತು; ಮತ್ತೆ ವ್ಯಾಧಿ ಬೆಳೆಯಿತು. ಅವರ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಅಷ್ಟೇನೂ ಆಶಾದಾಯಕವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ.

ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಮಾನಸಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯ ಮುಂದೆ ಬರೀ ಗಣಿತವೇ. ಭಾರಿಭಾರಿ ಪೂರ್ಣಾಂಕಗಳು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಪರಮ ಮಿತ್ರರಾಗಿಬಿಟ್ಟಿದ್ದುವು. ಒಂದು ದಿನ ಹಾರ್ಡಿ ಒಂದು ಟ್ಯಾಕ್ಸಿಯಲ್ಲಿ ಬಂದಿಳಿದು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಹಾಸಿಗೆ ಬಳಿ ಅವರನ್ನು ನೋಡಲು ಹೋದರು.

ಹಾರ್ಡಿ : ನಾನು ೧೭೨೯ ನೆಯ ನಂಬರಿನ ಟ್ಯಾಕ್ಸಿಯಲ್ಲಿ ಬಂದೆ. ಅದೊಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಿಲ್ಲದ ಸಂಖ್ಯೆ. ಆದರೆ ಅಪಶಕುನವೇನಲ್ಲವೆಂದು ನಂಬಿದ್ದೇನೆ.

ರಾಮಾನುಜನ್ : ಹಾಗಲ್ಲ; ಅದು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಸ್ವಾರಸ್ಯ ಸಂಖ್ಯೆ.

ಹಾ : ಹೇಗೆ ?

ರಾ : ಎರಡು ಘನಗಳ ಮೊತ್ತಗಳಾಗಿ ಎರಡು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಬಹುದಾದ ಸಂಖ್ಯೆಗಳ ಪೈಕಿ ಅದೇ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕದು ($೧^೩+೧೨^೩=೧೭೨೯=೯^೩+೧೦^೩$).

ಹಾ : ನಾಲ್ಕನೆಯ ಘಾತಗಳ ಮೊತ್ತವಾಗಿ ಬರೆಯಬಹುದಾದ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದು ?

ರಾ (ಕೊಂಚ ಯೋಚಿಸಿ) : ತಕ್ಷಣ ಯಾವುದೂ ಕಾಣಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದು ಅತಿ ಭಾರಿ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರಬಹುದು.

ಈ ಸಂಭಾಷಣೆಯನ್ನು ತಿಳಿಸಿದ ಹಾರ್ಡಿಯವರು ಆಯಿಲರ್ (Euler) ಎಂಬ ಗಣಿತಜ್ಞನು ತಿಳಿಸಿರುವ

$$೧೫೮^೪+೫೯^೪=೧೩೪^೪+೧೩೩^೪$$

ಎಂಬ ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ.

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ವಾಯುಗುಣದ ಬದಲಾವಣೆ ಉಚಿತವೆಂದರಿತ ವೈದ್ಯರು ರಾಮಾನುಜನ್ ಇಂಡಿಯಾಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಲು ಸಲಹೆ ಇತ್ತರು. ೨೭-೨-೧೯೧೯ ರಂದು ಅವರು ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಪ್ರಯಾಣ ಬೆಳಸಿದರು. ೨೭-೩-೧೯೧೯ಕ್ಕೆ ಬೊಂಬಾ

ಯಿಗೆ ಬಂದಿಳಿದ ರಾಮಾನುಜನ್‍ರವರ ದೇಹ ಕ್ಷಯಿಸಿಹೋಗಿತ್ತು. ಸ್ನೇಹಿತರ, ಬಂಧುಗಳ ಮತ್ತು ಗಣಿತಾಭಿಮಾನಿಗಳ ಚಿಂತೆ ಅವರ್ಣನೀಯ. ಮದ್ರಾಸ್ ಸರಕಾರ ಮತ್ತು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಅವರನ್ನುಳಿಸಲು ಸರ್ವಪ್ರಯತ್ನ ಮಾಡಿದುವು, ಟೀಬೀ ಕಾಹಿಲೆಯ ಮದ್ರಾಸು ಸರಕಾರದ ಉತ್ತಮೋತ್ತಮ ವೈದ್ಯ ಡಾ. ಪಿ. ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಐಯ್ಯರ್ ಖುದ್ದಾಗಿ ನೋಡಿಕೊಂಡರು. ಮದ್ರಾಸು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಿಂಡಿಕೇಟಿನ ಸದಸ್ಯರೂ ಇತರರೂ ರಾಮಾನುಜನ್‍ರವರ ಖರ್ಚುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ವಹಿಸಿಕೊಂಡರು. ಆದರೇನು—ವಿಧಿಯ ತೀರ್ಪು ಬೇರೆ ರೀತಿ ಇತ್ತು.

೨೬-೪-೧೯೨೦ರಂದು ರಾಮಾನುಜನ್ ದೈವಾಧೀನರಾದರು. ಭಾರತದ ಮತ್ತು ಹೊರದೇಶಗಳ ಕೋಟ್ಯಂತರ ಜನ ಬಿಕ್ಕಿಬಿಕ್ಕಿ ಅತ್ತರು.

ರಾಮಾನುಜನ್ ಇನ್‍ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್

ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಎಂದರೆ ೧೯೪೯ರಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸಿನಲ್ಲಿ ಅಳಗಪ್ಪ ಚೆಟ್ಟಿಯಾರವರು ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಉತ್ತಮ ರೀತಿಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ರಾಮಾನುಜನ್ ಇನ್‍ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. ಟಿ. ವಿಜಯರಾಘವನ್ ಇದರ ಮೊದಲನೆಯ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿ ನೇಮಿತರಾದರು. ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ವಿಜಯರಾಘವನ್ ಮರಣ ಹೊಂದಿದ ನಂತರ ಸಿ. ಟಿ. ರಾಜಗೋಪಾಲನ್ ಆ ಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬಂದರು. ಅಳಗಪ್ಪ ಚೆಟ್ಟಿಯಾರ್ ಅವರ ಮರಣಾನಂತರ ಈ ಇನ್‍ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟನ್ನು ನಡೆಸಲು ಹಣದ ಅಭಾವ ಅಡ್ಡಿಯಾಯಿತು. ಇದರ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೂ ಸರಕಾರಕ್ಕೂ ಆದ ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರದ ಫಲವಾಗಿ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಆಡಳಿತವನ್ನು ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ವಹಿಸಿಕೊಂಡಿತು

ಖಾಸಗಿ ಜೀವನ

ಸ್ವಭಾವತಃ ರಾಮಾನುಜನ್ ಇತರರೊಡನೆ ಬೆರೆಯುವ ವ್ಯಕ್ತಿ ಅಲ್ಲ. ಯಾವಾಗಲೂ ಯೋಚನಾಕ್ರಾಂತರಾಗಿರುವಂತೆಯೇ ಕಾಣಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸುಮಾರು ೫ ಅಡಿ ೫ ಅಂಗುಲ ಎತ್ತರವಿದ್ದು ದಪ್ಪತಲೆ ಮತ್ತು ಗುಂಗುರು ಗುಂಗುರಾಗಿರುವ ಕಪ್ಪುಕೂದಲನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರು. ಕಣ್ಣುಗಳು ಮಾತ್ರ ಸಣ್ಣವಾಗಿದ್ದರೂ ಹೊಳಪಾಗಿಯೂ, ಆಂತರಿಕಸ್ಫೂರ್ತಿಯ ಸಂಕೇತವೋ ಏನೋ ಎಂಬಂತೆಯೂ ಇದ್ದುವು.

ರಾಮಾನುಜನ್ ಎಂದೂ ಕುಪಿತರಾದವರಲ್ಲ. ಯಾವ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಶಾಂತಮನಸ್ಕರಾಗಿದ್ದು ಒಂದೊಂದು ವೇಳೆ ವಿನೋದಶೀಲರೂ ಆಗಿರುತ್ತಿದ್ದರು.

ಗಣಿತವೇನೋ ರಾಮಾನುಜನ್‍ರವರ ಉಸಿರಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ವೇದಾಂತ ಮತ್ತಿತರ ಭಾರತದ ಸಂಸ್ಕೃತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಯೋಗ, ಜ್ಯೋತಿಷ, ಮುಂತಾದ ಚರ್ಚೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಂತೋಷದಿಂದ ಭಾಗವಹಿಸಿ ತಮ್ಮ ಸ್ಪಷ್ಟ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ಮುಂದಿಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಶಕ್ತಿ ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿತ್ತು. ಗಣಿತದ ಸೌಂದರ್ಯವನ್ನು ಅರಿತು ನಿಜಾಂಶವನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿ ಮೈಮರೆತು ಕುಳಿತುಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ರಾಮಾನುಜನ್ ಪೂರ್ವಾಚಾರ ಪದ್ಧತಿಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾಗಿ ಅನುಸರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ಸಸ್ಯಾಹಾರಿ ಜೀವನದ ವಿಷಯವನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಹಣದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಗೆ ಇದ್ದ ದೃಷ್ಟಿ ತಿಳಿಯಲರ್ಹವಾದದ್ದು. ಅವರ ೩೨ ವರ್ಷದ ಜೀವಿತಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆಯ ೨೬ ವರ್ಷಗಳು ಕಡು ಬಡತನದಲ್ಲಿ ಕಳೆದುವು. ಕಡೆಯ ೬ ವರ್ಷಗಳು ಸ್ಕಾಲರ್‌ಷಿಪ್ ಇತ್ಯಾದಿ ವೇತನಗಳಿಂದ ಸೌಖ್ಯಜೀವನ ಸಾಧ್ಯವಿತ್ತು. ಅಷ್ಟಾದರೂ ಹಣಸಂಪಾದನೆಗೆ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯನ್ನೇ ಕೊಟ್ಟವರಲ್ಲ. ಪ್ರಾಣ ಮತ್ತು ದೇಹ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಇದ್ದುಬಿಡುವಷ್ಟು ಅನುಕೂಲವಿದ್ದರೆ ಸಾಕು ಎನ್ನುವ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದರೋ ಏನೋ ಎನ್ನುವಂತೆಯೇ ಕಡೆಯವರೆಗೂ ನಡೆದುಕೊಂಡರು. ೧೧-೧-೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಲಂಡನ್ನಿನ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಿಂದ ಹಾರ್ಡಿಯವರ ಹಸ್ತ ಬರೆಸಿ, ಮದ್ರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ರೆಜಿಸ್ಟ್ರಾರರಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದ ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಹೀಗಿದೆ :

"ಸ್ವಾಮಿ ! ತಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ನನಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಧನಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ವಂದನೆಗಳು. ನಾನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ವಾಪಸ್ಸು ಬಂದನಂತರ ನನ್ನ ಖರ್ಚಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಹಣ ನನಗೆ ದೊರಕುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ನನಗಾದ ಖರ್ಚನ್ನು ಕಳೆದು ನನ್ನ ಕುಟುಂಬಕ್ಕೆ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ೫೦ ಪೌಂಡುಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟನಂತರ ಉಳಿಯುವ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಹಣವನ್ನು ಬಡವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಹಾಯಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದು............"

ಪತ್ನಿ ಜಾನಕಿಯವರ ಹೇಳಿಕೆ

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರರ ಧರ್ಮಪತ್ನಿ ಜಾನಕಿ (ಈಗ ಅವರ ವಯಸ್ಸು ೬೮) ಮದ್ರಾಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ನೆಲೆಸಿರುವರು. ಅವರ ಇತ್ತೀಚಿನ ಒಂದು ಹೇಳಿಕೆ ಹೀಗಿದೆ :

"ನನಗೆ ೯ ವರ್ಷ ಆಗಿದ್ದಾಗ ಮದುವೆಯಾಯಿತು. ನಾನು ನನ್ನ ಪತಿಯ ಜೊತೆ ಸಂಸಾರ ಹೂಡಿದಾಗ ನನಗೆ ಬಹು ಚಿಕ್ಕ ವಯಸ್ಸು. ಕುಟುಂಬದಲ್ಲಿ ಅನೇಕರಿದ್ದು ಸಂಸಾರಭಾರ ನಿರ್ವಹಣೆ ಕಷ್ಟವಾದ ಕಾರಣ ನನ್ನ ಪತಿಗೆ ಆಗ ಬರುತ್ತಿದ್ದ ೨೫ ರೂಪಾಯಿನ ಸಂಬಳ ಏನೇನೂ ಸಾಲುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಇದರಿಂದ ಅವರು ಮನೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಪ್ರೈವೇಟ್ ಟ್ಯೂಷನ್ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು............ಗಣಿತದ ಯೋಚನೆಯಲ್ಲಿ ಮಗ್ನರಾಗಿದ್ದಾಗ ಅವರಿಗೆ ಆಹಾರದ ಅರಿವು ಕೂಡ ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಗಣಿತದಲ್ಲೇ ಕೇಂದ್ರಿಕೃತವಾಗಿದ್ದ ಅವರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಅಡ್ಡಿ ಬರಬಾರದೆಂದು ಅನೇಕ ವೇಳೆ ಅವರ ತಾಯಿ ಅಥವಾ ಅಜ್ಜಿ ಅನ್ನ

ವನ್ನು ಕಲಸಿಕೊಂಡುಹೋಗಿ ಕೈತುತ್ತು ಹಾಕುತ್ತಿದ್ದರು............ನಮಗೆ ಮಕ್ಕಳಾಗಲಿಲ್ಲ............ನನ್ನ ಪತಿಯ ಜ್ಞಾಪಕಾರ್ಥವಾಗಿ ನನ್ನಲ್ಲಿ ಉಳಿದಿರುವುದು ಎರಡು ಮಾತ್ರ : ಒಂದು ಜೊತೆ ಅವರ ಚಿತ್ರಗಳು ಮತ್ತು ಅತಿಯಾಗಿ ಎದೆನೋವು ಅವರನ್ನು ಕಾಡಿಸಿದಾಗ ಬಿಸಿನೀರಿನ ಶಾಖಕೊಡುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಒಂದು ಜೊತೆ ಪಾತ್ರೆಗಳು............''

ಪರಿಸಮಾಪ್ತಿ

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಜೀವನಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಕೇಳಿದವರೆಲ್ಲ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯನ್ನು ಹಾಕುತ್ತಾರೆ: ಅವರಿಗೆ ಗಣಿತದಲ್ಲಿದ್ದ ಈ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಗುಟ್ಟೇನು ?

ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಉತ್ತರ ಕೊಡುವುದು ಅಷ್ಟೇನೂ ಸುಲಭವಲ್ಲ. ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಇಂತಹ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿವರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಾವಿರಾರು ಪುಟಗಳ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೇ ಬರೆದಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಬಹು ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಉತ್ತರ ಹೀಗಿದೆ :

ಗಣಿತ, ವಿಜ್ಞಾನ, ವೇದಾಂತ, ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರ ಇತ್ಯಾದಿ ಯಾವ ಜ್ಞಾನ ಭಾಗವೇ ಆಗಲಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ಹೆಸರುಮಾಡಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರ ಖ್ಯಾತಿಪಡೆದಿರುವವರನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು—ಒಂದು ಬುದ್ಧಿವಂತರು ಮತ್ತು ಎರಡು ಅಂತರ್ದೃಷ್ಟಿಯುಳ್ಳವರು. ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಅಂತರ್ದೃಷ್ಟಿ ಎರಡೂ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಜನ್ಮತಃ ಬರುತ್ತವೆ ನಿಜ ; ಆದರೆ ಎರಡಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಈ ಚರ್ಚೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯ.

ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವರು ಯಾವ ವಿಷಯವನ್ನಾದರೂ ಬೇಗ ಗ್ರಹಿಸಬಲ್ಲರು. ಹೀಗೆ ಗ್ರಹಿಸಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಕೊಡಲು ತರ್ಕ (logic)ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆ ತರ್ಕ ನಿಗಮನ (deduction) ಆಗಿರಬಹುದು ಅಥವಾ ಅನುಗಮನ (induction) ಆಗಿರಬಹುದು. ಅಂತೂ ವಿಷಯವನ್ನು ಗ್ರಹಿಸಿ, ತರ್ಕಿಸಿ, ಪರ್ಯಾಲೋಚಿಸಿ, ನಿರ್ಣಯ ಸರಿಯೇ ತಪ್ಪೇ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಾಧ್ಯವಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗರೀತ್ಯಾ ಸಮರ್ಥಿಸಿಕೊಂಡು ನಂತರ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಹೊರಗೆಡುವುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆಲ್ಲಾ ಮಾಡಲು ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾಲಾವಕಾಶವೂ ಬೇಕು. ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡಿ, ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿದಂತೆಲ್ಲ ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಅವರ ದಕ್ಷತೆಯೂ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಜ್ಞಾನಸಮಟ್ಟವನ್ನು ವೃದ್ಧಿಪಡಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕರಾಗಿರುವವರ ಪೈಕಿ ಹೆಚ್ಚು ಜನ ಈ ಪಂಗಡಕ್ಕೇ ಸೇರಿದವರು. ಇವರ ಶಕ್ತಿಗೆ ಪ್ರಜ್ಞೆ ಎನ್ನಬಹುದು ಮತ್ತು ಇವರನ್ನು ಪ್ರಜ್ಞಾಶಾಲಿಗಳು ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಈಗ ಎರಡನೆಯ ಪಂಗಡದವರಿಗೆ ಬರೋಣ. ಅಂತರ್ದೃಷ್ಟಿ ಎಂದರೇನು ?

ಇದೊಂದು ರೀತಿಯ ಬಹು ಅಪರೂಪವಾದ ಮಾನಸಿಕ ಶಕ್ತಿ. ಒಂದು ವಿಚಾರ ವಾಗಿ ಕುರಿತು ಯೋಚಿಸಲು ಹೊರಟಾಗ ಈ ಶಕ್ತಿಯು ಪಂಚೇಂದ್ರಿಯಗಳಾದ ಕಣ್ಣು, ಕಿವಿ, ಮೂಗು, ನಾಲಿಗೆ ಮತ್ತು ಚರ್ಮ ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗದ ಸಹಾಯ ವಿಲ್ಲದೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿಬಿಡುತ್ತದೆ. ಹಾಗೆ ಅದು ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಕಾಲವಾದರೋ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಭಾಗ ಮಾತ್ರ. ಅಷ್ಟು ಸಣ್ಣ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಇತರರಿಗೆ ಗೊತ್ತಾಗದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎನ್ನುವ ಮಾತು ಇರಲಿ, ಆ ಶಕ್ತಿ ಇರುವವ ನಿಗೂ ತಿಳಿಯದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಿಂಚು ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡಂತಾಗಿ ನಿಜಾಂಶ ಅರಿವಿಗೆ ಬಂದುಬಿಡುತ್ತದೆ. ನಿಜಾಂಶ ಹೀಗೆ ತನ್ನ ಅರಿವಿಗೆ ಬರಲು ವಿಚಾರವಾದವಿಲ್ಲ, ಚರ್ಚೆಯಿಲ್ಲ, ತರ್ಕವಿಲ್ಲ, ಪ್ರಯೋಗವಿಲ್ಲ. ಈ ಮಾನಸಿಕ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಹಜಜ್ಞಾನ, ಸ್ವಯಂಪ್ರಕಾಶ, ಅಂತರ್ಬೋಧೆ ಅಥವಾ ಒಳ ಅರಿವು ಎನ್ನಬಹುದು. ಅಂತಹವ ರನ್ನು ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳೆನ್ನುತ್ತಾರೆ.

ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳು ಅತಿ ವಿರಳ. ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತ ಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪೈಕಿ ಹತ್ತುಸಹಸ್ರ ಪ್ರಜ್ಞಾಶಾಲಿಗಳಿಗೆ ಒಬ್ಬ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿ ಇರುವನೋ ಇಲ್ಲವೋ ಅದನ್ನು ಹೇಳುವುದೂ ಕಷ್ಟ. ಗಣಿತಜ್ಞ ರಾಮಾನುಜನ್ ಈ ಎರಡನೆಯ ಪಂಗಡಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಓರ್ವ ಅಪರೂಪ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಮೂರ್ತಿ.

ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳ ಕೆಲಸದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ತಿಳಿಯಲರ್ಹ ವಾದ ಸಂಗತಿ ಇದೆ :

ಅವರು ಏನೋ ಯೋಚಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಕ್ಷಣಮಾತ್ರ ದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಇದ್ದಕ್ಕಿದ್ದಂತೆಯೇ ನಿಜಾಂಶ ಹೊಳೆದಂತಾಗುತ್ತದೆ. ಯಾವ ತರ್ಕವನ್ನೂ ಅವರು ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲವಾದಕಾರಣ ಅವರಿಗೆ ಫಲಿತಾಂಶ ಸಿಗುವುದೇ ಹೊರತು ಅದರ ಸಾಧನೆ (proof) ಸಿಕ್ಕಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರನ್ನು ಕೇಳಿದರೂ ಅವರು ಸಾಧನೆಯನ್ನು ಕೊಡಲಾರರು. ಈ ಗುಟ್ಟನ್ನರಿತ ಹಾರ್ಡಿ ಯವರು ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರಿಂದ ಅತ್ಯಧಿಕ ಲಾಭಪಡೆಯಬೇಕಾದರೆ ಅವರ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಕಾರಣದಿಂದ ಹೊರಬರುವ ಗಣಿತದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಆ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ನುರಿತ ಇತರ ಗಣಿತಜ್ಞರಿಗೆ ಸಾಧನೆಗಾಗಿ ಕೊಡಬೇಕೇ ಹೊರತು, ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರನ್ನೇ "ಸಾಧಿಸಿ" ಎಂದು ಹೇಳಿ ಅವರ ಕಾಲ, ಗಮನ ಮತ್ತು ಮಾನಸಿಕ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕುಂದಿಸಬಾರದೆಂದು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತಿದ್ದರು.

ಇನ್ನೂ ಒಂದು ವಿಷಯ : ಸ್ವಯಂಪ್ರೇರಿತವಾಗಿ ಹೊರಬರುವ ವಿಷಯಗಳು ಹಲವು ವೇಳೆ ಶುದ್ಧವಾಗಿಯೂ. ಇನ್ನೂ ಹಲವು ವೇಳೆ ಕೊಂಚ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಯಾಗಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಯಾವುದು ಶುದ್ಧ, ಯಾವುದು ಕೊಂಚ ಬೇರೆಯಾಗಿದೆ ಎಂಬುದು ಆ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗೇ ತಿಳಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದಲೇ ರಾಮಾನುಜನ್ ಹೊರಗೆಡವಿದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳ ಪೈಕಿ ಅಲ್ಲೊಂದು, ಇಲ್ಲೊಂದು

ನಿಜಾಂಶದಿಂದ ಕೊಂಚ ಭಿನ್ನವಾಗಿದ್ದುದು ಇತರರ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಗಳಾಗಿದ್ದ ಗೆಲಿಲಿಯೋ, ನ್ಯೂಟನ್, ಐನ್‌ಸ್ಟೀನ್ ಮುಂತಾದವರೆಲ್ಲರಿಗೂ ಈ ಮಾತು ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

ರಾಮಾನುಜನ್‌ರವರ ಮಾನಸಿಕ ಶಕ್ತಿಯ ಲಕ್ಷಣವೇನು ಎಂಬುದಾಗಿ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿಕೊಂಡ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉತ್ತರಕೊಡಲು ಇಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇಂತಹ ಪ್ರತಿಭೆ ಹಲವರಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಕಾರಣವೇನು, ಅದರ ನಿಯಮವೇನು ಮುಂತಾದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳನ್ನು ಓದುಗರು ಹಾಕಿದರೆ ಅಂತಹ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತರಗಳು ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಇದುವರೆಗೂ ಸಿಕ್ಕಿಯೇ ಇಲ್ಲ ಎನ್ನಬಹುದು. ವಿಶ್ವಕರ್ತ ಭಗವಂತನ ಸೃಷ್ಟಿಯ ಮರ್ಮ ಯಾವತ್ತಿಗೂ ಮರ್ಮವಾಗಿಯೇ ಉಳಿದುಬಿಡುತ್ತದೆಯೋ ಏನೋ !

ಅಂತೂ ಪ್ರಪಂಚದ ಗಣಿತದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲೇ ಕೋಲಾಹಲವನ್ನುಂಟು ಮಾಡಿದ ಶ್ರೀನಿವಾಸ ರಾಮಾನುಜನ್ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು ಎಂಬ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಾವು ಹೆಮ್ಮೆಪಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬಹುದು, ನಿಜ ; ಆದರೆ ಇಂತಹ ಅಪರೂಪದ ಪ್ರತಿಭಾಶಾಲಿಯನ್ನು ದೈವ ಮುವತ್ತೆರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲೇ ಕಿತ್ತುಕೊಂಡುಬಿಟ್ಟ ಪ್ರಸಂಗವನ್ನು ನೆನೆಸಿಕೊಂಡರೆ ಭಾರತೀಯರಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ದುರದೃಷ್ಟಶಾಲಿಗಳು ಇನ್ನಿದ್ದಾರೆಯೇ ಎಂಬ ಪ್ರಶ್ನೆ ನಮ್ಮ ಮುಂದೆ ಬಂದು ನಿಲ್ಲುವುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿಲ್ಲ !

ಗ್ರಂಥಸೂಚಿ

1. *Ramanujan: The Man and the Mathematician*
—by S. R. Ranganathan

2. *Lectures on the mathematical work of Ramanujan*
—by G. H. Hardy

3. *Ramanujan : Twelve lectures on subjects suggested by his life and work*
—by G. H. Hardy

4. ಲೀಲಾವತಿ ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಶ್ರೀನಿವಾಸ ರಾಮಾನುಜನ್
—ಬಿ. ಸೀತಾರಾಮ ಶಾಸ್ತ್ರಿ ಅವರಿಂದ

5. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಚರಿತ್ರೆ
—ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸಯ್ಯಂಗಾರ್ಯ ಅವರಿಂದ



ಶ್ರೀನಿವಾಸ ರಾಮಾನುಜಂ (1887–1920)



ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರ ಬೋಸ್ (1858–1937)

ಡಾ॥ ಎಚ್. ಬಿ. ದೇವರಾಜಸರ್ಕಾರ್

ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸ್

ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರು ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಗ್ರಗಣ್ಯರು. ಅವರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಮ್ಮ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾದರೂ ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು. ಅವರು ದುಡಿದು ಆಳಿದ ಕಾಲ ಭಾರತದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಸಂದಿಗ್ಧಕಾಲ. ವಿಜ್ಞಾನಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಜೀವಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ (Biophysics) ಬಹಳ ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಶಾಸ್ತ್ರ. ಆದರೆ ನಿಜಕ್ಕೂ ಅದರ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಅನುವುಮಾಡಿಕೊಟ್ಟವರೆಂದರೆ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಸಸ್ಯಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು, ವಿಶದೀಕರಿಸಲು ತಮ್ಮ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಮಹಾನುಭಾವ; ಸಸ್ಯಗಳೂ ಕೂಡ ಪ್ರಾಣಿಗಳಂತೆ ನೋವುನಲಿವುಗಳನ್ನು ಅನುಭವಿಸಬಲ್ಲುವು ಮತ್ತು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಲ್ಲುವು ಎಂದು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿ. ಕಾರಣಾಂತರದಿಂದ ಇವರಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ದೊರಕಬೇಕಾದದ್ದು ತಪ್ಪಿಹೋಯ್ತು. ಕೇವಲ ಕೆಂಪು ಜನರೇ ಬುದ್ಧಿವಂತರು, ಇತರರು ಏನುಮಾಡಿಯಾರು ಎಂಬ ನಿಕೃಷ್ಟಭಾವನೆ ಪ್ರಧಾನವಾಗಿದ್ದ ಕಾಲ ಅದು. ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿ ಬದುಕಿ, ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿಯೇ ತನ್ಮಯನಾಗಿ, ಅಸುನೀಗಿದ ಪುಣ್ಯಾತ್ಮ; ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ಪುರಸ್ಕಾರಗಳಿಗೆ ಕಾಯದೆ ತನ್ನ ಕೆಲಸವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಿ ಧ್ಯೇಯದೆಡೆಗೆ ನಡೆದ ಭಾರತದ ವೀರವಿಜ್ಞಾನಿ; ವಿಜ್ಞಾನಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಆಗತಾನೇ ಕಣ್ಣುಬಿಡುತ್ತಿದ್ದ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸತ್‌ಸಂಪ್ರದಾಯಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಸಂತ.

೧೮೫೮ನೇ ಇಸವಿ ನವಂಬರ್ ತಿಂಗಳು ಮೂವತ್ತನೆಯ ದಿನಾಂಕ ಪೂರ್ವ ಬಂಗಾಳದ ಮೈಮೇನ್‌ಸಿಂಗ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ (ಇದು ಈಗ ಪೂರ್ವ ಪಾಕೀಸ್ತಾನದಲ್ಲಿದೆ) ಡೆಪ್ಯುಟಿ ಮ್ಯಾಜಿಸ್ಟ್ರೇಟರಾಗಿದ್ದ ಭಾರ್ಗವ ಚಂದ್ರರ ಎರಡನೆಯ ಮಗುವಾಗಿ ಬೋಸರು ಜನ್ಮತಾಳಿದರು. ಒಬ್ಬ ಅಕ್ಕ ಮತ್ತು ನಾಲ್ಕುಜನ ತಂಗಿಯರಿದ್ದ ಸಂಸಾರ. ಭಾರತದ ಎಲ್ಲ ವೀರಬಾಲಕರಂತೆ ಈತನಿಗೂ ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲಿ ಭಾರತ ರಾಮಾಯಣಗಳೇ ಸ್ಫೂರ್ತಿಗೆ ಕಾರಣವಾದುವು. ಛತ್ರಪತಿ ಶಿವಾಜಿಗೆ ಆತನ ತಾಯಿ ಪುರಾಣದ

ಪುಣ್ಯಪುರುಷರ ಮತ್ತು ವೀರರ ಕತೆಗಳನ್ನು ಹೇಳಿ ಬೆಳೆಸಿದಂತೆ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರಿಗೆ ಆತನ ಅಜ್ಜಿ (ಪೋನಿ ಎಂದು ಪ್ರೀತಿಯಿಂದ ಕರೆಯುತ್ತಿದ್ದರು) ಕತೆಗಳನ್ನು ಹೇಳಿ ಬೆಳೆಸಿದರು.

ಚಿಕ್ಕಂದಿನಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಆಗುಹೋಗುಗಳಲ್ಲಿ ಆತನಿಗೆ ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿತು. ಹರಿಯುವ ಹಳ್ಳದ ನೀರು, ಉದುರುವ ಎಲೆಗಳು, ಬೀಜಗಳು ಮೊಳೆಯುವುದು, ಗಿಡಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆ, ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ಹೂವು ಹಣ್ಣುಗಳು, ಬೆಳಕಿಗೆ ಆಕರ್ಷಿತವಾಗಿ ಬರುವ ಪತಂಗಗಳು—ಇವೇ ಮುಂತಾದ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತ ನಡೆಯುವ ದೈನಂದಿನ ವಿಷಯಗಳು ಆತನ ಗಮನವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದುವು. ಈತ ಕೇಳಿದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೆ ಹಿರಿಯರಾರೂ ಉತ್ತರಿಸದಾದರು. ಪ್ರಶ್ನೆಗಳು ಸರಳವಾದರೂ, ಅನೇಕಸಲ ಹಿರಿಯರ ಅಜ್ಞಾನದಿಂದಾಗಿ ಉತ್ತರಗಳು ಸಿಗಲಿಲ್ಲ. ಒಮ್ಮೆ ತಂದೆ “ನೀನು ದೊಡ್ಡವನಾದಾಗ ಅವುಗಳ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಿ ನೀನೇ ತಿಳಿದುಕೊ” ಎಂದರಂತೆ. ಬಹುಶಃ ಆಗ ಆತನ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಆತನ ಜೀವಿತದ ಮುಂದಿನ ಧ್ಯೇಯ ಮೂಡಿಬಂದಿರಬಹುದು.

ಆಗಿನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಶ್ರೀಮಂತರ ಮಕ್ಕಳನ್ನು ಆಂಗ್ಲಶಾಲೆಗಳಿಗೆ ಕಳುಹಿಸುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ, ಆತನ ತಂದೆಯಲ್ಲಿ ದೇಶೀಯಭಾವನೆ ಇದ್ದುದರಿಂದ, ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ನಡೆದುದು ಬಂಗಾಳೀ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಈತನಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಪ್ರವೃತ್ತಿಗಳು ಬೆಳೆದು ಬಂದುವು. ಕೈದೋಟದ ಕೊಳದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪೆ ಮೀನುಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸುವುದು, ವಿಷವಲ್ಲದ ಹಾವುಗಳನ್ನು ಸಾಕುವುದು, ಪುಟ್ಟಗುಡಿಸಿಲಿನಲ್ಲಿ ಮೊಲ ಅಳಿಲುಗಳನ್ನು ಸಾಕುವುದು, ಬೀಜಗಳನ್ನು ಬಿತ್ತಿ ಅವು ಮೊಳಕೆ ಬಂದಾಗ ಬೇರುಸಹಿತ ಕಿತ್ತು ಅವುಗಳ ರಚನೆಯ ಬಗೆಗೆ ಅಚ್ಚರಿಪಡುವುದು, ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಗೊಂಬೆಮಾಡುವುದು— ಈ ರೀತಿ ಎಳೆತನದಲ್ಲಿಯೇ ಜೀವಿಗಳ ಬಗೆಗೆ ಆಸಕ್ತಿಯೊಂದನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಂಡನೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಹತ್ತನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಥಮಿಕ ಶಾಲೆ ಬಿಟ್ಟು ಕೊಲೀಜಿಯೇಟ್ ಶಾಲೆ ಸೇರಿದರು. ಚಿಕ್ಕವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ತಾಯಿ, ತಂದೆ, ಅಜ್ಜಿ, ಇವರ ಅಕ್ಕರೆಯಿಂದ ತುಂಬಿದ ಮನೆಯ ವಾತಾವರಣವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿಲಯವನ್ನು ಸೇರಿದರು. ಹದಿನಾರನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಸೇಂಟ್ ಕ್ಸೇವಿಯರ್ ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಪಧವೀಧರರಾದರು. ಕಾಲೇಜಿನ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆಗ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿದ್ದ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಮುಂದಿನ ವ್ಯಾಸಂಗಕ್ಕೆ ಹೋಗಬೇಕೆಂಬ ಪ್ರಬಲವಾದ ಆಸೆ ಬೆಳೆಯಿತು. ಉಪಾಧ್ಯಾಯರ ಬೋಧನೆಯೊಂದೇ ಈತನ ಜ್ಞಾನದಾಹವನ್ನು ಪೂರೈಸದಾಯ್ತು. ಆದುದರಿಂದ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯ ಸಂಗ್ರಹಮಾಡಿದರು. ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ತಂದೆಯವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ದೊರಕಿ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರ ಸ್ವಪ್ರತಿಭೆ ಬೆಳಗಲು ಅವಕಾಶವಾಯ್ತು. ಇದನ್ನು ಒಮ್ಮೆ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರೇ ನೆನೆಸಿ

ಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. "ನನ್ನ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ಮತ್ತು ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಪದಾರ್ಪಣೆ ನನ್ನ ಪೂಜ್ಯ ತಂದೆಯವರ ಪಾದಪದ್ಮಗಳ ಸಮ್ಮುಖದಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಯ್ತು. ಇನ್ನೊಬ್ಬರ ಮೇಲೆ ಅಧಿಕಾರ ಚಲಾಯಿಸಿ, ನನ್ನ ಬೇಕು ಬೇಡಗಳಿಗೆ ಮತ್ತೊಬ್ಬರನ್ನು ಕಾಯುವ ಬದಲು ನನ್ನ ಕಾಲಮೇಲೆ ನಾನು ನಿಲ್ಲುವುದನ್ನೂ ನನ್ನ ಅಹಂ ಅನ್ನು ಗೆಲ್ಲುವುದರ ಆವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನೂ ಅವರು ನನಗೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು" ಎಂದು ಹೇಳಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ಈತನ ಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಮಹತ್ಪರಿಣಾಮ ಬೀರಿ, ಆತನ ಯೋಚನೆಯ ಯೋಜನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನೇ ಬದಲಿಸಿದ ಸಂದರ್ಭವೊಂದು ೧೮೬೯ರಲ್ಲಿ ಜರುಗಿತು. ಆಗ ಆತನ ತಂದೆ ಬರ್ದ್ವಾನ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದರು. ಆ ಊರಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡ ಕಾಲರ ಸೋಂಕು ಅನೇಕ ಪ್ರಾಣಗಳನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ದಿತು. ಆಗ ತಬ್ಬಲಿಗಳಾದ ಮಕ್ಕಳಿಗಾಗಿ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರ ತಂದೆ ತಮ್ಮ ಬಂಗಲೆಯ ಆವರಣದಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದು ವೃತ್ತಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಶಾಲೆಯನ್ನು ತೆರೆದರು. ಅದರಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕದೊಂದು ಕುಲುಮೆ ಮತ್ತು ಸಣ್ಣ ಯಂತ್ರಾಗಾರ ಇದ್ದುವು. ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರು ತಮ್ಮ ಬಿಡುವಿನ ದಿನಗಳನ್ನು ಆ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಇದು ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಾಯಕಕ್ಕಿರುವ ಮಹತ್ವ, ಅದು ಒದಗಿಸುವ ಸಂತೃಪ್ತಿ ಮತ್ತು ಕೆಲಸದ ಉಪಯೋಗಗಳ ಅರಿವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟಿತು. ಇದು ಆತನ ಅನಂತರದ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ತಾನೇ ಸ್ವತಃ ರೂಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನಿತ್ತಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಕಾರಣಾಂತರದಿಂದ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಪ್ರವಾಸ ನಿಂತುಹೋಗುವುದರಲ್ಲಿತ್ತು. ಆದರೆ ತಾಯಿಯು ಸಹೃದಯದಿಂದ ತನಗೆ ತೌರಿನಿಂದ ಬಂದ ಆಭರಣಗಳನ್ನೇ ಮಾರಿ ಮಗನ ಆಸೆಯನ್ನು ನೆರವೇರಿಸಲು ಮುಂದಾದರು. ಇದರಿಂದ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹೋಗುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಯ್ತು.

೧೮೮೦ರಲ್ಲಿ ಬೋಸರು ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿ ಸೇರಿದರು. ಇಲ್ಲಿ ದುರ್ವಿಧಿ ಅವರನ್ನು ಕಾಡಹತ್ತಿತು. ಹಿಂದೊಮ್ಮೆ ಕಲ್ಕತ್ತೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ಬೇಟೆಗೆಂದು ಹೋದಾಗ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿದ್ದ ಕಾಲಾ ಅಸಾರ್(kala azar)ರೋಗ ಈಗ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಕಾಡಹತ್ತಿತು. ಅಭ್ಯಾಸದಲ್ಲಿ ಪ್ರಗತಿ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ವೈದ್ಯರು "ಕಷ್ಟಕರವಾದ ಕೆಲಸ ಮಾಡಬೇಡ, ವಿಶ್ರಾಂತಿ ತೆಗೆದುಕೋ" ಎಂದರು. ನಲ್ಮೆಯ ಗುರುಗಳೊಬ್ಬರು "ವೈದ್ಯಕೀಯ ಅಭ್ಯಾಸ ತುಂಬಾ ಕಷ್ಟ,ಅದನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೇರಾವುದಾದರೂ ಅಭ್ಯಾಸ ಮಾಡು" ಎಂದರು. ಆಸೆಯಿಂದ ಪರದೇಶಕ್ಕೆ ಬಂದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ನಿರಾಸೆಯಾದರೂ ಧೈರ್ಯಗೆಡದೆ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ಗೆ ಹೊರಟು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನವೊಂದನ್ನು ಗಳಿಸಿ ಅಲ್ಲಿಯ ಕ್ರೈಸ್ತ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾದರು. ಮುಂದಾಗುವುದರ

ಕುರುಹು ಇಂದೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ ಎನ್ನುತ್ತೇವೆ. ಅದು ಇಲ್ಲಿಯೂ ನಿಜವಾಯ್ತು. ಬಹುಶಃ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ವೈದ್ಯರಾಗಿದ್ದರೆ ಏನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರೋ ಬಿಡುತ್ತಿದ್ದರೋ ಬಲ್ಲವರಾರು? ಆದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅಪಾರ ಸೇವೆ ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಮೂಲಕಾರಣರಾದರೆಂದರೆ ಅತಿಶಯೋಕ್ತಿಯಾಗಲಾರದು.

ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಂಪನ್ನ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ, ಗೆಳೆಯರ ಮೈತ್ರಿಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ, ಅಧ್ಯಾಪಕರುಗಳ ಕೃಪಾಕಟಾಕ್ಷದಲ್ಲಿ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರ ಅಭ್ಯಾಸ ಸಾಗಿತು. ಇವರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರಿದ ಗೆಳೆಯರೆಂದರೆ ಥಿಯೊಡರ್ ಬೆಕ್ (ಅನಂತರ ಅಲಿಘರ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರಾಗಿ ನಿವೃತ್ತರಾದವರು), ಷಿಪ್ಲಿ (ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಉನ್ನತ ಸಂಶೋಧಕರು) ಮತ್ತು ರೀನಾಲ್ಡ್ ಗ್ರೀನೆ (ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರವೀಣರು). ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರು ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಆರಿಸಿಕೊಂಡ ವಿಷಯಗಳು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಮತ್ತು ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ. ಜೀವಕ್ರಿಯಾಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರೊ. ಮೈಕೇಲ್ ಫಾಸ್ಟರ್, ಭ್ರೂಣಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರೊ. ಫ್ರಾನ್ಸಿಸ್ ಬ್ಯಾಲ್‌ಫರ್, ಭೂಗರ್ಭಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರೊ. ಹ್ಯೂಗ್ಸ್‌ರವರ ಪ್ರಭಾವಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರ ವಿಜ್ಞಾನದಾಹ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

೨೫ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಬಿ. ಎ. ಪದವಿಯನ್ನೂ, ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನೂ ಪಡೆದರು.

ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗಿ ಕಲ್ಕತ್ತೆಯ ಕಾಲೇಜೊಂದರಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ, ಸಂಬಳವಿಲ್ಲದೆ ಐದುವರ್ಷ ಬೋಧಿಸಿದರು. ಈ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಆ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲ್ ಮತ್ತು ಡೈರಕ್ಟರರು ಆತನ ಆತ್ಮೀಯ ಗೆಳೆಯರಾದರು. ಆತನ ಕೆಲಸವನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿಕೊಂಡ ಅವರು ಆರಂಭದಿಂದಲೂ ಸಂಭಾವನೆ ಕೊಡಲು ಮುಂದೆಬಂದರು. ಧೈರ್ಯ ಮತ್ತು ಅದಮ್ಯ ಅಹಂಭಾವಗಳಿದ್ದರೆ ಯಾವ ಆಂಗ್ಲೇಯನನ್ನು ಬೇಕಾದರೂ ಎದುರಿಸಬಹುದೆಂಬುದನ್ನು ಸ್ವಂತ ಅನುಭವದಿಂದ ಕಂಡುಕೊಂಡರು.

೧೮೮೭ರಲ್ಲಿ ವಿಕ್ರಮಪುರದ ದುರ್ಗಾ ಮೋಹನದಾಸರ ಎರಡನೆಯ ಮಗಳಾದ ಅಬಲಾರವರೊಡನೆ ವಿವಾಹವಾಯ್ತು. ವಿಧಿಯ ನಿಯಮವೋ ಎಂಬಂತೆ ಆ ಕಾಲಕ್ಕೆ ವಿಕ್ರಮಪುರ ಸ್ತ್ರೀ ಪುರೋಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಹೆಸರಾದ ಊರಾಗಿತ್ತು. ವಿವಾಹ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಅಬಲಾರವರು ಮದ್ರಾಸ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಮೂರನೆಯ ವರ್ಷದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿನಿಯಾಗಿದ್ದರು. ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರ ವೈವಾಹಿಕ ಜೀವನ ಸುಖದಾಯಕವಾಗಿತ್ತು.

ಆಗಿನ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಮತ್ತು ಸನ್ನಿವೇಶಗಳು ಅನುಕೂಲವಾಗಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಅವರು ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ೧೮೯೬ರಲ್ಲಿ ಇವರು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಅಲೆಗಳ ಮೇಲೆ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆಸಿ ಬರೆದ ಬೃಹತ್‌ಪ್ರಬಂಧಕ್ಕೆ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು

ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಇತ್ತರು. ಇವರ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿಕೊಂಡ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯವರು ಇವರ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು, ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಸಹಾಯಧನವನ್ನೂ ಕೊಟ್ಟರು.

ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದವರು ಭಾಷಣ ಪ್ರವಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಆರುತಿಂಗಳ ಕಾಲ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಆಗ ಆತನ ಪ್ರತಿಭೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಗೀಕಾರ ದೊರಕಿತು. ಇವರನ್ನು ರಬೀಂದ್ರನಾಥ ಟಾಕೂರರು ಹಾಡಿ ಹೊಗಳಿದರು. ೯-೭-೧೮೯೭ರಲ್ಲಿ 'ವಿಜ್ಞಾನ ಲಕ್ಷ್ಮರ್ ಪ್ರಿಯ' (ವಿಜ್ಞಾನ ದೇವತೆಯ ಅಕ್ಕರೆಯ ಭಕ್ತ) ಎಂಬ ಬಿರುದು ಕೊಟ್ಟು ಸನ್ಮಾನಿಸಿದರು.

ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ತಂತಿರಹಿತ ಟೆಲಿಗ್ರಫಿಯ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ದಾರಿಮಾಡಿ ಕೊಟ್ಟುವು. ಕೆಲವು ಕಾಲ ಖನಿಜಗಳ ಗುಣವೈಲ್ಯಗಳ ಮೇಲೆ ಅಭ್ಯಾಸ ನಡೆಸಿ ಸಸ್ಯಜೀವನದ ಕಡೆಗೆ ತಮ್ಮ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಹರಿಸಿದರು.

೧೯೦೦ರಲ್ಲಿ ಪ್ಯಾರಿಸ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಜರುಗಿದ ಯೂರೋಪಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಗೋಷ್ಠಿಗೆ ಭಾರತದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯಾಗಿ ಹೋದರು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಸ್ವಾಮಿ ವಿವೇಕಾನಂದರೂ ಪ್ಯಾರಿಸ್ಸಿನಲ್ಲಿದ್ದರು. ಭಾರತದ ಆಧ್ಯಾತ್ಮಿಕ ಪುಣ್ಯಪುರುಷ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಬ್ಬರೂ ಪರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದರು. ವಿವೇಕಾನಂದರು ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಪ್ಯಾರಿಸ್ಸಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಗೋಷ್ಠಿ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರ ಪ್ರತಿಭೆ ಪ್ರಕಾಶಗೊಳ್ಳಲು ಸದವಕಾಶವನ್ನು ಒದಗಿಸಿತು. ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನ ಜಗತ್ತಿನ ಮುಂದಿಟ್ಟವಾದವೊಂದಕ್ಕೆ ಮನ್ನಣೆ ದೊರಕಿತು. ಆ ಸಮಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಜೀವಿ–ನಿರ್ಜೀವಿಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಹೋಲಿಕೆ ಮತ್ತು ಏಕತೆಗಳ ಬಗೆಗೆ ಮಾತನಾಡಿದರು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಣತರಾಗಿದ್ದ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ದೇಹಕ್ರಿಯಾವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದರು. ಇವರ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಪರಿಗಣಿಸಿ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಪದವಿಯನ್ನು ನೀಡಿ ಆಹ್ವಾನಿಸಿದರು. ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ಕೆಲವುಕಾಲದವರೆಗೆ ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಡೇವಿ–ಫ್ಯಾರಡೆ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಿದರು. ಅನೇಕ ಹೊಸವಿಷಯಗಳನ್ನೂ, ಹೊಸಯಂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಹೊಸ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನೂ ಮತ್ತು ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅನೇಕ ಕೈಗಾರಿಕಾ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಗೌರವ ಧನಕೊಟ್ಟು ಕೊಂಡುಕೊಳ್ಳಲು ಮುಂದೆ ಬಂದರು. ಆದರೆ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಶಾಲ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅದನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿದರು.

ನಿರ್ಜೀವ ವಸ್ತುಗಳೂ ಹಾಗೂ ಜೀವವಸ್ತುಗಳೂ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪ್ರೇರಣೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದಾಗ ಏಕರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ; ಚಿಂತೆ, ಬಳಲಿಕೆ, ನೆನಪು ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಡೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಅವರು ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದ

ಈ ಮೂಲ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಅರ್ಧ ಶತಮಾನದನಂತರ ರಾಡಾರ್, ವಿಧಾಯಕ ಕ್ಷಿಪಣಿಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ತಿಪ್ಪೇರದ ಮಹಾರಾಜರು ಮತ್ತು ಟಾಗೂರರು ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರ ಹತ್ತಿರದ ಗೆಳೆಯರು ಹಾಗೂ ಅವರ ನಿರಂತರ ಅಭಿಮಾನಿಗಳು. ದೇಶದ ಹೊರಗೆ ಹೋದಾಗ ಅವರು ಟಾಗೂರರೊಡನೆ ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಕಾಗದಗಳಲ್ಲಿ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರು ತಮ್ಮ ಆಸೆಆಕಾಂಕ್ಷೆ, ಸುಖಸಂತೋಷ, ವ್ಯಥೆ, ಮನಸ್ಸಿನ ವ್ಯಾಕುಲತೆ ಗಳನ್ನು ಹೇಳಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಟಾಗೂರರು ಅವರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಶಾಂತಿಯುಂಟು ಮಾಡುವಂತೆ ಅವರಿಗೆ ಧೈರ್ಯ ತುಂಬುವ ಪ್ರಯತ್ನ ನಡೆಸಿದ್ದರು. ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಅನುಭವಿಸಿದ ವಿಷಯಗಳ ಪರಂಪರೆ ಯನ್ನು ಅವರ ಪತ್ರಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ಪತ್ರಗಳು ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಇಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳ ದಾಖಲೆಗಳು.

೧೯೦೩ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರ್ಕಾರದವರು ಸಿ.ಐ.ಇ. ಅಭಿದಾನವನ್ನಿತ್ತು ಗೌರವಿ ಸಿದರು. ೧೯೦೭ರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ಭಾರತಸರ್ಕಾರದವರು, ಮೂರನೆಯ ಸಾರಿ ಅವರ ಹೊಸ ಅಧ್ಯಯನದ ಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ನಿದರ್ಶನ ಕೊಡಲು ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಇದೇ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ ಅಮೆರಿಕಾ ಯಾತ್ರೆಯನ್ನು ಬೋಸರು ಕೈಗೊಂಡು ೧೯೦೯ರಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿರುಗಿದರು.

೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಮಹಾರಾಣಿಯ ಕಿರೀಟಧಾರಣಾ ಮಹೋತ್ಸವ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಸಿ.ಎಸ್.ಐ. ಅಭಿದಾನವನ್ನು ಪಡೆದರು. ೧೯೧೪ರಲ್ಲಿ ಪುನಃ ನಾಲ್ಕನೆಯ ಸಾರಿ ಸರ್ಕಾರದವರಿಂದ ನಿಯಮಿತರಾಗಿ ಸಸ್ಯಜೀವನದ ಬಗೆಗೆ ತಾವು ನಡೆಸಿದ ಹೊಸ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಯೂರೋಪ್, ಅಮೆರಿಕ ಮತ್ತು ಜಪಾನಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ವಿಶದೀಕರಿಸಲು ಹೊರಟರು. ೧೯೧೫ರಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಕವೃತ್ತಿಯಿಂದ ನಿವೃತ್ತರಾದಾಗ, ೧೫೦೦ ರೂ ಸಂಭಾವನೆಯ ಮೇಲೆ ವಿಶ್ರಾಂತಮಹೋಪಾಧ್ಯಾಯ ರಾಗಿ ನೇಮಿತರಾದರು. ೧೯೧೬ರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರಕಾರದವರು ನೈಟ್ ಪದವಿ ಯನ್ನಿತ್ತರು. ಡಾ. ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರು ಸರ್ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸ ರಾದರು. ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಚಕ್ರಾಧಿಪತ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯ ಪ್ರಜೆಯೊಬ್ಬ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧನೆಗೆ ಪಡೆಯಬಹುದಾದ ಉತ್ಕೃಷ್ಟ ಪ್ರಶಸ್ತಿಯಾಗಿತ್ತು ಅದು. ಅಂದು ಅದಕ್ಕೆ ಅತ್ಯಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಹತ್ವವೂ ಇತ್ತು.

ಆ ವರ್ಷಗಳು ಅವರ ಬದುಕಿನಲ್ಲಿ ಸಾಲು ಸಾಲು ವಿಜಯಗಳ ಗಳಿಕೆಯ ದಿನಗಳಾದರೂ, ಇವರ ವಿಜಯಪತಾಕೆ ಉನ್ನತ ಶಿಖರಕ್ಕೆ ಏರುತ್ತಿದ್ದರೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಅನ್ಯಾಯ ಅಸೂಯೆಗಳು ಇವರನ್ನು ಎಡೆಬಿಡದೆ ಹಿಂಬಾಲಿಸಿದುವು. ಇವರ ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನಗಳ ಪ್ರಕಟಣೆಯನ್ನು ಬೇಕಂತಲೇ ನಿಧಾನಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಇವರು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ವಿಷಯಗಳ ದುರುಪಯೋಗ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು. ಇದರಿಂದಾಗಿ

ತಮ್ಮ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಂಡು ತಾವೇ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಬರೆದರು. ಈ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಹಿಂದೆ ಉಳಿಯಲಿಲ್ಲ. ತಮ್ಮ ಉಪಕರಣ ಗಳನ್ನು ಉತ್ತಮಗೊಳಿಸಿ, ಹೊಸ ಹೊಸ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬಳಸಿಕೊಂಡರು. ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಸಾರವನ್ನು ಅವರ "ಸಸ್ಯಗಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವೇದನೆಯ ಬಗೆಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ" (Research on irritability of Plants) ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯಾಂಶಗಳ ಪರಿಶೀಲನೆ ಮಾಡಿದರೆ ಬಹುಶಃ ಆತನ ಶೋಧನಾಪರಿಧಿಯ ಅಭ್ಯಾಸದ ಆಳದ ಪರಿಚಯವಾಗಬಹುದು.

ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಮುನಿ ಗಿಡದ ಎಲೆಯೊಂದನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದಾಗ ಆ ಎಲೆಯೊಂದೇ ಮುದುಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಲ್ಲದೆ, ಆ ಎಲೆಯಿರುವ ಕವಲಿನ ಇತರ ಎಲೆಗಳೂ, ಅನಂತರ ಆ ಕವಲೂ ಮುದುಡಿಕೊಂಡು ಒಂದು ರೀತಿಯ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರೇರಣೆಯಲ್ಲಿ ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ ಆಗ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಗಿಡದ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಭಾಗಗಳಿಗೆ ಹರಡುತ್ತದೆ. ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಅದೊಂದೇ ಗಿಡಕ್ಕೆ ಮೀಸಲಾದ ಲಕ್ಷಣವಲ್ಲ; ಅದು ಈ ಗಿಡದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣಿಸುತ್ತದೆ, ಅಷ್ಟೆ. ಇತರ ಗಿಡ ಮರಗಳೂ ಕೂಡ ಈ ರೀತಿ ಅನೇಕ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಬಲ್ಲುವು. ಆದರೆ ಅವನ್ನು ಅಷ್ಟು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುವುದು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಗಳನ್ನು ಕಾಣಬೇಕಾದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಎತ್ತಿತೋರಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯ ಆವಶ್ಯಕ. ಹೀಗೆ ಈ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಸೃಜಿಸಿ ಎಲ್ಲರೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಪರಿಗ್ರಹಿಸಬಹುದಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ರೂಢಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಕೀರ್ತಿ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರದು. ಪರಿಸರಣದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಪ್ರೇರಣೆಗಳಿಗೆ ಪ್ರತಿ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಶಕ್ತಿ ಕೇವಲ ಪ್ರಾಣಿ ಜಗತ್ತಿನ ಸೊತ್ತು ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ಸಸ್ಯಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೂ ಉಂಟು ಎಂದು ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿ ಕೊಟ್ಟವರು ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು.

ವಿಷಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಸಸ್ಯಗಳು ಅದರ ಶಕ್ತಿಗೆ ಈಡಾಗ ಬಹುದು. ವಿಷಪದಾರ್ಥವನ್ನು ತೆಗೆದಾಗ ಪುನಃ ಚೇತರಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುವು. ಮದ್ಯ ಸಾರವುಳ್ಳ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅಮಲೇರಿ ವರ್ತಿಸಬಹುದು. ಆ ಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಹಿಂತೆಗೆದುಕೊಂಡಾಗ ಅಮಲು ಅಡಗಿ ಸಹಜವರ್ತನೆ ಪ್ರಕಾಶ ಗೊಳ್ಳುತ್ತದೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಬದುಕಿಗೆ ಆವಶ್ಯಕವಾದ ನೀರನ್ನು ಪಡೆಯಲು ಬೇರು ಗಳು ಅತ್ಯಾವಶ್ಯಕವಾದ ಅಂಗಗಳು. ಗಿಡವನ್ನು ಕಾಂಡಭಾಗದಲ್ಲಿ ಅರ್ಧಕ್ಕೆ ಕತ್ತರಿಸಿ, ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು, ಬೇರುಗಳಿಲ್ಲದೆಯೂ ಸಸ್ಯ ತನ್ನ ನೀರಿನ ಆವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಪೂರೈಸಿಕೊಳ್ಳಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುದನ್ನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಅರ್ಧ ಒಣಗಿದ ಗಿಡ ವೊಂದನ್ನು ಬುಡಮೇಲು ಮಾಡಿ ನೀರಿನಲ್ಲಿಟ್ಟು ಅದು ಜೀವಿಸುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿ

ಕೊಟ್ಟು, ಬೇರು ಒಂದೇ ಅಲ್ಲ, ಕಾಂಡ ಮತ್ತು ಎಲೆಗಳೂ ಸಹ ಜೀವನದ ಆವಶ್ಯಕ ಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಬಲ್ಲುವು ಎಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು.

ಸೂರ್ಯಕಾಂತಿ ಹೂವಿನ ಗಿಡದ ಕಾಂತಿದಾಹ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದಿದ್ದೆ. ಎಲ್ಲ ಗಿಡಗಳ ತುದಿಭಾಗಗಳೂ ಈ ಲಕ್ಷಣವನ್ನು ತೋರುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಒಂದೊಂದರಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಮಟ್ಟವಿದೆ. ರಾತ್ರಿಯ ಹೊತ್ತು ಎಲೆಗಳು ಮುದುಡಿಕೊಳ್ಳುವುದು, ಹಗಲು ತೆರೆಯುವುದು, ಗಿಡದ ಕಾಂಡ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಬೆಳಕಿನ ಕಡೆಗೆ ಬೆಳೆಯುವುದು—ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸಸ್ಯಗಳ ಕಾಂತಿದಾಹಕ್ಕೆ ಉದಾಹರಣೆಗಳು. ದೊಡ್ಡ ಮರಗಳ ಬುಡದಲ್ಲಿ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಯಾವ ಸಣ್ಣ ಗಿಡವೂ ಬೆಳೆಯುವುದಿಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೂ ಆ ಸಣ್ಣ ಗಿಡಗಳ ಕಾಂತಿದಾಹವೇ ಕಾರಣ. ಮರದ ನೆರಳಿನಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಬೆಳಕು ದೊರಕದೇ ಆ ಗಿಡಗಳು ಬತ್ತಿಹೋಗುತ್ತವೆ.

ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರೇರಣೆಗಳನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವ ನರಗಳಿವೆ. ಸಸ್ಯಗಳೂ ಕೂಡ ನೋವು ನಲಿವುಗಳನ್ನು ಅನುಭವಿಸಬಲ್ಲುವು ಮತ್ತು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಬಲ್ಲುವು ಎನ್ನುವುದನ್ನು ತಾನೇ ರೂಪಿಸಿದ ಯಂತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಸುಲಭವಾಗಿ ವೇದ್ಯವಾಗುವಂತೆ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಸಸ್ಯದ ಒಂದು ಭಾಗಕ್ಕೆ ಉಂಟಾಗುವ ನೋವು ನಲಿವು ಮುಂತಾದ ಪ್ರೇರಣೆಗಳನ್ನು ನರಗಳಿಗೆ ತಲುಪಿಸಲು ಕವಲುಗಳ ಗ್ರಂಥಿಗಳು ಹಾಗೂ ಹೂವು, ಹಣ್ಣು, ಎಲೆ, ಕಾಂಡಗಳು ಮುಖ್ಯ ಪಾತ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಮೂಲಕ ವಿಶದೀಕರಿಸಿದರು. ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ನೋವಾದಾಗ, ಅವು ಆ ನೋವಿನಿಂದ ಚೇತರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಒಂದು ನರಕ್ಕೆ ೧೫-೨೦ ನಿಮಿಷಗಳಾದರೂ ಬೇಕು.

ಸಸ್ಯಗಳ ಜೀವಕೋಶಗಳು ತಮ್ಮ ದೈನಂದಿನ ಕ್ರಿಯೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಿಗ್ಗಿ ಕುಗ್ಗುವುದನ್ನು ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಹೃದಯಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿ, ಇವೂ ಕೂಡ ಹೃದಯದ ಕೆಲಸವನ್ನೇ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತವೆಂದು ಹೇಳಿದರು. ಹೀಗೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಸಂಕೋಚನ ಮತ್ತು ವಿಕಸನಗಳನ್ನು ಗುರುತಿಸುವ 'ಸ್ಪೈಗ್ಮೋಗ್ರಾಫ್' (Spygmograph) ಯಂತ್ರವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದರು. ಯಾವ ಸಂದೇಹಕ್ಕೂ ಎಡೆಯಿಲ್ಲದಂತೆ ಸಸ್ಯಗಳೂ ಕೂಡ ಎಲ್ಲ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾನವರಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ವಿಶದೀಕರಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರಿಗೆ ಸಲ್ಲಬೇಕು.

ಈ ರೀತಿ ಅವರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ಸಸ್ಯಜಗತ್ತಿನ ಅಚ್ಚರಿಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಾಶಪಡಿಸಿದ ರೀತಿ ಒಂದೇ, ಎರಡೇ? ಅನೇಕ! ಅವೆಲ್ಲವುಗಳನ್ನೂ ವಿಶದವಾಗಿ ವಿವರಿಸಲು ಸ್ಥಳವೂ ಸಾಲದು, ಆವಶ್ಯಕವೂ ಅಲ್ಲ. ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿರುವ ಅನ್ನ ಬೆಂದಿದೆಯೋ ಇಲ್ಲವೋ ಎನ್ನುವುದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಒಂದೆರಡು ಅಗುಳುಗಳು ಸಾಕು, ಪಾತ್ರೆಯ ಅನ್ನ ಪೂರ್ತಿ ಬೇಕಿಲ್ಲ. ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದ ನಾಲ್ಕಾರು ಅಂಶಗಳು ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರ ಬೋಸರ ಸಾಧನೆಗಳ ಬಗೆಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನ ಜಗತ್ತಿಗೆ ಅವರ ಕೊಡುಗೆಗಳ ಬಗೆಗೆ ಉದಾಹರಿಸಲು ಸಾಕು. ಅವರ ಬತ್ತಳಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಜ್ಞಾನ ಬಾಣಗಳದೆಷ್ಟೋ!!

ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ಕೇವಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೇ ಅಲ್ಲ, ಸಾಹಿತಿಯೂ ಆಗಿದ್ದರು. ೧೮೯೫ರಲ್ಲಿ "ಭಾಗೀರತಿ ಮೂಲದ ಸಂಶೋಧನೆ" ಎಂಬ ಲೇಖನವನ್ನು ಬರೆದು ವಂಗ ಸಾಹಿತ್ಯಕ್ಕೆ ತಮ್ಮ ಸೇವೆಯನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ಇಂಗ್ಲೀಷಿನ ವ್ಯಾಮೋಹಕ್ಕೆ ಒಳಗಾದ ಅಂದಿನ ಕಾಲಕ್ಕೆ ಬೋಸರ ಬಂಗಾಳಿ ಲೇಖನ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಅಮೂಲ್ಯ ವಾದುದಾಯ್ತು. ಬೋಸರು ಟಾಗೂರರೊಡನೆ ತಮ್ಮ ಪತ್ರವ್ಯವಹಾರವನ್ನು ಬಂಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಸಿದ್ದರು. ತಮ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು, ಎಷ್ಟೇ ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಿಷಯವೇ ಆಗಲಿ, ಬಂಗಾಳಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಅವರಿಗೆ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಗಮನಿಸಿಯೇ ಇವರನ್ನು ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ವಂಗ ಸಾಹಿತ್ಯ ಸಮ್ಮೇಳನದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರನ್ನಾಗಿ ಆರಿಸಿದ್ದು. ತಮ್ಮ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಭಾಷಣಕ್ಕೆ 'ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಸಾಹಿತ್ಯ' ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಆಯ್ದುಕೊಂಡು ವಿಜ್ಞಾನ-ಸಾಹಿತ್ಯಗಳ ನಡುವೆ ಬಾಂಧವ್ಯದ ಬೆಸುಗೆ ಬೆಳೆಸಿದರು.

ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಇವರ ಪಾತ್ರ ವನ್ನೂ ಪರಿಗಣಿಸಿ ಕಲ್ಕತ್ತಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಅಬರ್ಡೀನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳು ಅವರಿಗೆ ಗೌರವ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಯನ್ನಿತ್ತು ಗೌರವಿ ಸಿದವು. ಅದು ಕೇವಲ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರಿಗೆ ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ದೊರಕಿದ ಗೌರವವಲ್ಲ, ಭಾರತದ ಜನತೆಯಲ್ಲಿ ಸುಪ್ತಚೇತನವಾಗಿ ಅಡಗಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ ಗೌರವ. ೧೯೨೦ರಲ್ಲಿ ಬೋಸರು ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಚುನಾಯಿತ ರಾದರು. ೧೯೨೭ರಲ್ಲಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಸ್ಥೆ (ಲೀಗ್ ಆಫ್ ನೇಷನ್ಸ್)ಯ ಬೌದ್ಧಿಕ ಸಹಕಾರ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಆಯ್ಕೆಗೊಂಡು ಅಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದರು. ತಮ್ಮ ವರಮಾನದ ಸ್ವಲ್ಪಭಾಗವನ್ನು ದಾನವಾಗಿ ಕೊಟ್ಟು ೧೯೧೭ರಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಮೀಸಲಾದ ಬೋಸ್ ಸಂಶೋಧನಾಲಯವನ್ನು ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಇವರ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಚಾರದ ಚೈತ್ರಯಾತ್ರೆಗಳು ನಡದೇ ಇದ್ದುವು. ೧೯೨೮ರಲ್ಲಿ ಇವರ ೭೦ನೇ ಹುಟ್ಟುಹಬ್ಬವನ್ನು ಬಂಗಾಳದ ಜನತೆ ವೈಭವದಿಂದ ಆಚರಿಸಿ ತನ್ನ ಗೌರವವನ್ನು ಸೂಚಿಸಿತು. ೧೯೩೧ರಲ್ಲಿ ಶ್ರೀ ಸಯ್ಯಾಜಿರಾವ್ ಗಾಯಕವಾಡ್ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಪಡೆದರು.

ತಮ್ಮ ಜೀವನದ ಕೊನೆಯ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಆರೋಗ್ಯ ಆಗಾಗ ಕೆಟ್ಟು ತುಂಬಾ ನರಳಿದರು. ಆರೋಗ್ಯ ಸುಧಾರಣೆಗಾಗಿ ಆಗಾಗ ಡಾರ್ಜಿಲಿಂಗ್‌ಗೆ ಹೋಗು ತ್ತಿದ್ದರು. ೧೯೩೭ರ ಅವರ ಡಾರ್ಜಿಲಿಂಗ್ ಪ್ರವಾಸವೇ ಕೊನೆಯದಾಯ್ತು. ಆ ವರ್ಷದ ನವೆಂಬರ್ ತಿಂಗಳು ೨೩ನೆಯ ದಿನಾಂಕ ೮೦ ವರ್ಷಗಳು ಅವಿರತವಾಗಿ ದುಡಿದ ಈ ವೀರವಿಜ್ಞಾನಿ ಚಿರಶಾಂತಿಯಲ್ಲಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾದರು. ಅವರು ಕಣ್ಮರೆ ಯಾದರೂ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ದುಡಿತ, ಸಾಧನೆಗಳು ನಮ್ಮೆಲ್ಲರಿಗೂ ಮಾದರಿಯಾಗಿ ಚಿರಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿ ಉಳಿದಿವೆ.

ಹೀಗೆ ತುಂಬು ಬಾಳನ್ನು ನಡೆಸಿ, ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಅಪಾರ ಸೇವೆಗೈದ ಈ ಮಹಾನುಭಾವನ ಜೀವನ, ಸಾಧನೆಗಳು ನಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕವಾಗಬೇಕು. ಪರದಾಸ್ಯದಲ್ಲಿ ದೇಶ ತೊಳಲುತ್ತಿದ್ದರೂ ತನ್ನ ಸ್ವಪ್ರತಿಭೆಯಿಂದ ಕೀರ್ತಿಗಳಿಸಿ, ಜಗತ್ತಿನಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಹೆಸರನ್ನು ಚಿರಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿ ಉಳಿಸಿದ ಕೀರ್ತಿ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರದು. ಇದ್ದುದರಲ್ಲಿಯೇ ವಿಚಾರಪೂರಿತವಾದ, ಚೇತನಾಪೂರಕವಾದ, ಜಗತ್ತಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆಯುಬಹುದಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದ ರೀತಿ, ಅನುಕರಣೀಯುವಾದದ್ದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಉಪಕರಣಕ್ಕೂ ಪರದೇಶಗಳ ಮರೆಹೊಗುವ ನಮಗೆ ಬೋಸರ ಜೀವನ ಮಾದರಿಯಾಗಬೇಕು. ಭಾರತದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಭರತ, ಹರ್ಷ, ಅಶೋಕ, ಅಕ್ಬರರು ಹೇಗೆ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳೋ ಹಾಗೆ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರೂ ಅಸಾಮಾನ್ಯ ಐತಿಹಾಸಿಕ ವ್ಯಕ್ತಿ. ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೇ ದೊರಕುತ್ತಿದ್ದ ಮೂಲವಸ್ತುಗಳಿಂದ ತಮಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿಕೊಂಡು ರೂಢಿಸಿಕೊಂಡುದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಹೊಸ ಯಂತ್ರ ಗಳನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇದು ನಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿದಾಯಕವಾಗಬೇಕು, ಚೈತನ್ಯ ತುಂಬಬೇಕು. ಪ್ರಪಂಚದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿರುವ ಹೆಸರುಗಳು ಅನೇಕ. ಆದರೆ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರರು ಮತ್ತು ಸರ್ ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್‌ರಿಬ್ಬರು ಮಹಾನ್‌ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ಭಾರತದ ಎರಡು ಧ್ರುವತಾರೆಗಳು. ಮುಂದಿನ ಪೀಳಿಗೆಗಳಿಗೆ ಅವರ ಕ್ರಿಯಾಶೀಲತೆ, ಕಾರ್ಯಸಾಧನೆಗಳು ಮಾದರಿಯಾಗಬೇಕು. ಪರದಾಸ್ಯದಲ್ಲಿದ್ದ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೆಸರಾದ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರರು ಸ್ವತಂತ್ರ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಸಕಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಬಗೆಗೆ ಪ್ರಚಾರ ಸಾಲದು. ಅವರ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ತನ್ನ ಪ್ರಜೆಗಳಿಗಾಗಲೀ ಅಥವಾ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗಾಗಲೀ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಡುವಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಸರ್ಕಾರ ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿಲ್ಲ.

ಈ ಸಂದಿಗ್ಧ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಶ್ವದ ಧ್ರುವತಾರೆಯಾಗಿ ಬೆಳಗಿ ಕಣ್ಮರೆಯಾದ ಜಗದೀಶಚಂದ್ರ ಬೋಸರ ಜೀವನ ನಮಗೆಲ್ಲರಿಗೂ ದೃಢ ನಂಬಿಕೆ, ಆತ್ಮ ವಿಶ್ವಾಸಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್

ಸರ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ ವೆಂಕಟರಾಮನ್

ಇಂಡಿಯನ್ ಎಕೆಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್

ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಹೊರವಲಯದ ಹೆಬ್ಬಾಳದಲ್ಲಿ ಅಂತಾರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖ್ಯಾತಿ ಪಡೆದಿರುವ "ಇಂಡಿಯನ್ ಎಕೆಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್" ಇದೆ. ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ, ಬೆಂಗಳೂರಿನ ನಾಗರಿಕರಿಗೆ ಇದು "ರಾಮನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್" ಎಂದೇ ಪ್ರಿಯವಾಗಿದೆ. ಇಲ್ಲಿನ ಚೇತನ ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ. ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್.

ಗಿಡಮರ ಹೂತೋಟಗಳಿಂದ ತುಂಬಿರುವ ವಿಶಾಲವಾದ ಆವರಣ. ಪ್ರಶಾಂತ ವಾತಾವರಣ. ಪ್ರತಿ ಅಂಗುಲವೂ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಸೌಂದರ್ಯಪ್ರಿಯತೆಗೆ, ನಿಸರ್ಗದ ಚೆಲುವಿಗೆ ಸಾಕ್ಷಿ. ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಗಲಭೆ, ಗೊಂದಲ ಇಲ್ಲಿಲ್ಲ; ಕಲುಷಿತ ವಾತಾವರಣವೂ ಇಲ್ಲ. ಕಾಂಪೌಂಡು ಪ್ರವೇಶಿಸುವಾಗ ಎಡಗಡೆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಖಚೇರಿ ಇದೆ. ಮುಂದೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರ ನಡೆಯುವಾಗ ಬಲಗಡೆಗೆ ಇರುವ ಬಲು ದೊಡ್ಡ ಸೌಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಚಟುವಟಿಕೆಯ ಜೇನುಗೂಡು, ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ, ಪುಸ್ತಕ ಭಂಡಾರ. ಎಡಗಡೆ ಒಂದು ಆಕಾಶ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯವೂ ಇದೆ. ಇವೆರಡನ್ನೂ ಬಿಟ್ಟು ರಸ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಮುಂದೆ ನಡೆದರೆ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರ ನಿವಾಸ. ಅಲ್ಲಿನ ಚೇತನ ಶ್ರೀಮತಿ ಲೋಕಸುಂದರಿ ರಾಮನ್, ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಸಮರ್ಥ ಪತ್ನಿ.

ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರ ಭೇಟಿಯನ್ನು ಬಯಸಿ ಅವರ ಪತ್ನಿಯನ್ನು ಕಂಡೆ. ಆಕೆ ನನ್ನನ್ನು ತುಂಬ ಆದರ ವಿಶ್ವಾಸಗಳಿಂದ ಸ್ವಾಗತಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರೊಡನೆ ಭೇಟಿ ದೊರಕಿಸಿಕೊಡುವುದು ಪ್ರಯಾಸದ ಕೆಲಸ—ಅವರು ಭೇಟಿ ಮುಂತಾದುವುಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟಪಡುವುದಿಲ್ಲ, ಮಾತಾಡಲು ಸಮಯವೂ ಇಲ್ಲ ಎಂದು ಒಂದು ವಿಧದ ನಿರಾಶೆಯನ್ನೇ ನನ್ನೆದುರು ಬೀರಿದರು.

"ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿ ನೋಡುತ್ತೇನೆ. ನಿಮಗೆ ಕಾಗದ ಬರೆಯುತ್ತೇನೆ."

"ಅದು ಸಕಾರಾತ್ಮಕವಾಗಿಯೇ ಇರಬೇಕು–ನೀವು ಮನಸ್ಸು ಮಾಡಬೇಕು."

ವಿಜ್ಞಾನಿ ದರ್ಶನ

ಎರಡು ವಾರ ಕಳೆದನಂತರ ಪುನಃ ನಾನು ರಾಮನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿಗೆ ಹೋದೆ. ಶ್ರೀಮತಿ ರಾಮನ್ ಮನೆಯಲ್ಲಿರಲಿಲ್ಲ. ಡಾ. ರಾಮನ್ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿದ್ದಾರೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅವರ ಖಾಸಗಿ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿಯವರೊಡನೆ ಬೇರೊಂದು ದಿವಸ ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಭೇಟಿ ದೊರೆಯಬಹುದೇ ಎಂದು ವಿಚಾರಿಸಿದೆ. ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ ಒಳಗೆ ಹೋದರು.

ನಾನು ನಂಬಲಿಲ್ಲ. ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರೇ ಹೊರಗೆ ಬಂದು "ಬನ್ನಿ" ಎಂದು ನನ್ನನ್ನು ಅವರ ಕೊಠಡಿಗೆ ಕರೆದುಕೊಂಡು ಹೋದರು.

"'ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ'ದ ಸುವರ್ಣ ಸಂಚಿಕೆಗೆ ತಮ್ಮ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಒಂದು ಲೇಖನ ಬರೆಯಬೇಕಾಗಿದೆ. ತಮ್ಮ ಸಂದರ್ಶನದ ವಿನಾ ಅಂತಹ ಲೇಖನ ಪೂರ್ಣವಾಗದಷ್ಟೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಬಂದಿದ್ದೇನೆ."

"ನನ್ನ ಜೀವನಚರಿತ್ರೆ ನನಗೆ ಏನೇನೂ ಮಹತ್ವದ್ದಾಗಿ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ—ಎಲ್ಲರಂತೆ ಹುಟ್ಟಿದೆ, ಓದಿದೆ, ಇತ್ಯಾದಿ. ವಿಜ್ಞಾನರಂಗದಲ್ಲಿ ನನ್ನ ಸಾಧನೆ ನೀವು ಬರೆಯುವುದಾದರೆ ಅದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯಿಂದ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿರುವವರಿಗೆ ತಿಳಿಯಬಹುದಾದ ತಾಂತ್ರಿಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ನೀವು ಕೈಗೊಂಡಿರುವ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಬಿಟ್ಟುಬಿಡುವುದು ಒಳ್ಳೆಯದು."

ನಾನು ಏಳಲಿಲ್ಲ.

ಎರಡು ಗಂಟೆಯಷ್ಟು ಹೊತ್ತು ಡಾ. ರಾಮನ್ ನನ್ನೊಡನೆ ಮಾತಾಡಿದರು. Anthropology ಯಿಂದ Zoology ವರೆಗೆ ಅವರ ಆಳವಾದ, ವಿಶಾಲವಾದ ಕುತೂಹಲ, ಅಭ್ಯಾಸಗಳ ಅರಿವು ನನಗಾಯಿತು. ಅವರ ಪುಸ್ತಕಭಂಡಾರ, ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ, ಇತರ ಬಹುಮಾನಗಳು, ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ತೋರಿಸಿದರು. ಹಲವಾರು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು.

"ನನ್ನ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಿಚಾರ ಬರೆಯಿರಿ. ನಮಸ್ಕಾರ."

"ಬರೆದುದನ್ನು ತಂದು ತೋರಿಸುತ್ತೇನೆ."

"ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ನನಗೆ ಕನ್ನಡ ಅರ್ಥವಾಗುವುದು ಕಷ್ಟ. ಸಮಯವೂ ಇಲ್ಲ."

ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ

೧೮೯೬ರಲ್ಲಿ ಡಾ. ಆಲ್‌ಫ್ರೆಡ್ ನೊಬೆಲ್ ಮಹಾಶಯನ ಔದಾರ್ಯದಿಂದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಬಹುಮಾನವೀಯಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ ನಿಬಂಧನೆಯಲ್ಲಿ ". . . . ಮೂಲಧನದ ಮೇಲೆ ಬರುವ ಬಡ್ಡಿಯನ್ನು ಐದು ಸಮಭಾಗ ಮಾಡಿ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಹಿಂದಿನ ವರ್ಷ ಮಹಾಸಂಶೋಧನೆ

ಮಾಡಿದ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ . . . ಕೊಡಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಬಹುಮಾನ ನೀಡುವಾಗ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಯೋಗ್ಯತೆಯೊಂದೇ ನಿರ್ಣಾಯಕ ಕಾರಣವಾಗಿರಬೇಕೇ ವಿನಾ ಆತನ ರಾಷ್ಟ್ರ, ವರ್ಣ ಮುಂತಾದುವಲ್ಲ . . . " ಹೀಗೆಂದು ಅವನು ಬರೆದಿದ್ದಾನೆ.

ನಮ್ಮ ದೇಶಕ್ಕೆ ಇತ್ತೀಚಿನವರೆಗೆ ಕೇವಲ ಎರಡು ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ಮಾತ್ರ ದೊರೆತಿದ್ದುವು. ಒಂದು ಸರ್ ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್‌ರಿಗೆ (೧೯೩೦)–ಬೆಳಕಿನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಅವರು ಮಾಡಿದ ಕೆಲಸಕ್ಕಾಗಿ ಮತ್ತು ಅವರ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಕರೆಯಲ್ಪಡುವ ಪರಿಣಾಮದ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ. ಇನ್ನೊಂದು ಡಾ. ರವೀಂದ್ರನಾಥ ಠಾಕೂರರಿಗೆ (೧೯೧೩)–ಸಾಹಿತ್ಯಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ. ಆದರೆ ಇದೀಗ ೧೯೬೮ರ ಶರೀರ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿ ಅಮೆರಿಕಕ್ಕೆ ವಲಸೆ ಹೋಗಿರುವ ಡಾ. ಹರಗೋವಿಂದ್ ಖೊರಾನಾ ಅವರು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ.

ಇದರ ವಿಚಾರ ಮಾತಾಡುತ್ತಾ ಡಾ. ರಾಮನ್ "ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ನನಗೆ ಬಂದದ್ದು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯವಲ್ಲ. ಇಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ದೇಶ, ಪುರಾತನ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ತವರೂರು. ಇಲ್ಲಿನ ಜನ ಬೇರೆ ಯಾರಿಗಿಂತಲೂ ಬುದ್ಧಿವಂತಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಸಾಹಸ ಪ್ರಿಯತೆಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೂ ಕಡಿಮೆಯಿಲ್ಲದವರು. ಆದರೂ ೧೯೩೦ರಿಂದೀಚೆಗೆ ಪುನಃ ಇಂತಹ ಬಹುಮಾನಗಳು ನಮ್ಮ ದೇಶಕ್ಕೆ ಬರಲಿಲ್ಲವಲ್ಲ ಎಂದು ನನಗೆ ವ್ಯಥೆಯಾಗುತ್ತಿದೆ" ಎಂದು ಉದ್ವಿಗ್ನತೆಯಿಂದ ಹೇಳಿದರು.

"ಹಿರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಮಾರ್ಗದರ್ಶಕರೂ ಆದ ನೀವು ಇಂತಹ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಕಾರಣ ಏನೆಂದು ತಿಳಿದಿದ್ದೀರಿ?"

"ಅದನ್ನು ನೀವು ಬರೆಯಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ."

ಜೀವನಚರಿತ್ರೆ

ಹೆಸರಾಂತ ಹಿರಿಯ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳ ಜೀವನಚರಿತ್ರೆ ಅವರ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಏನೂ ಮಹತ್ವದ್ದಲ್ಲದಿದ್ದರೂ ಇತರರಿಗೆ ಅದು ಒಂದು ಸಂದೇಶ ನೀಡಬಲ್ಲುದು. ಸಂಶೋಧನೆ ಅವರ ಜೀವನದ ಫಲವಷ್ಟೆ.

ಚಂದ್ರಶೇಖರ ವೆಂಕಟರಾಮನ್ ಅವರ ಪೂರ್ಣ ಹೆಸರು. ಹುಟ್ಟಿದ ತಾರೀಕು ೭–೧೧–೧೮೮೮, ತಿರುಚಿನಾಪಳ್ಳಿಯಲ್ಲಿ. ತಂದೆ ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಅಯ್ಯರರು ಒಂದು ಸ್ಥಳೀಯ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಾಧ್ಯಾಯರಾಗಿದ್ದರು. ಮುಂದೆ ವಾಲ್ಟೇರಿನ ಒಂದು ಕಾಲೇಜಿನಿಂದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿರಲು ಇವರಿಗೆ ಕರೆ ಬಂದಿತು. ಅದನ್ನು ಸಂತೋಷದಿಂದ ಸ್ವೀಕರಿಸಿ ಕುಟುಂಬಸಮೇತ ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಅಯ್ಯರರು ಅಲ್ಲಿಗೆ ತೆರಳಿದರು. ಗಾಡಿಯ ಪ್ರಯಾಣದ ಅಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ರಾಮನ್‌ರವರ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳ ದಿಟ್ಟತನ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಪ್ರಶಂಸಾರ್ಹ.

ಚಂದ್ರಶೇಖರ ಅಯ್ಯರರು ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ಇವುಗಳ ಜತೆಯಲ್ಲಿ ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ, ಸಂಗೀತಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ತುಂಬ ಆಸಕ್ತಿ. ಈ ದಂಪತಿಗಳು ಅಂದಿನ ಸಮಾಜದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ತುಂಬ ಪ್ರಗತಿಶೀಲಮನೋವೃತ್ತಿಯವರಾಗಿದ್ದರು. ರಾಮನ್‌ರವರ ಭವಿಷ್ಯದ ವಿಚಾರಧಾರೆಯ ಉಗಮವನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಕಿರಿಯ ರಾಮನ್‌ನ ಒಲವು ವಿಜ್ಞಾನದೆಡೆಗೇ ಇತ್ತು–ಇದರಲ್ಲಿ ಆತ ಅಸಾಧಾರಣ ಚತುರತೆ ಪ್ರದರ್ಶಿಸುತ್ತಿದ್ದ. ತಂದೆ, ತಾಯಿ ಇವನು ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಮಹಾವ್ಯಕ್ತಿ ಆಗುತ್ತಾನೆ ಎಂದು ಕನಸು ಕಂಡದ್ದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವೇ.

ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ

ತಂದೆಯ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ತನ್ನ ೧೪ನೆಯ ಪ್ರಾಯದಲ್ಲಿ ಎಫ್. ಎ. ಮುಗಿಸಿದ ರಾಮನ್ ಮದ್ರಾಸಿನ ಪ್ರೆಸಿಡೆನ್ಸಿ ಕಾಲೇಜಿಗೆ ಬಿ.ಎ. ಓದಲು ಹೋದರು. ೧೬ರಲ್ಲಿ ಬಿ.ಎ. ಡಿಗ್ರಿ ಬಂದಿತು. ಅದೇ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಎಂ.ಎ. ಡಿಗ್ರಿಯಲ್ಲಿ ಓದನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ರಾಮನ್‌ರ ಕುತೂಹಲ ಬರಿಯ ಪಾಠ ಅಥವಾ ವಿಜ್ಞಾನವಿಷಯಕ್ಕೆ ಮಾತ್ರ ಸಂಬಂಧಿಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಸಾಹಿತ್ಯ, ಭಾರತೀಯ ಇತಿಹಾಸ, ವೇದಾಂತ, ಪುರಾಣ ಇವುಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಅವರು ಪರಿಣತಿ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ಅವರ ಓದು ಅತಿ ಚುರುಕು. ಇತರರು ಒಂದು ದಿವಸ ಓದಿ ತಿಳಿಯದುದನ್ನು ಅವರು ಒಂದು ಗಂಟೆಯಲ್ಲಿ ಓದಿ ಗ್ರಹಿಸಿರುತ್ತಿದ್ದರು. ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ರಾಮನ್ ತಮ್ಮ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಮೆಚ್ಚುಗೆ, ಒಲವು ಗಳಿಸಿದ್ದರು.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಚುಂಬಕಕ್ಷೇತ್ರ

ರಾಮನ್‌ರವರ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರೀತಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ. ಇದರಲ್ಲಿನ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಅವರು ಬಿ. ಎ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿರುವಾಗಲೇ ಉಚ್ಚ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಆಧಾರದಿಂದ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವಂತ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ನೋಡಿ ತಿಳಿಯಬೇಕೆನ್ನುವ ಅವರ ಹಂಬಲ ಮಾತ್ರ ಬಿ. ಎ. ಕ್ಲಾಸಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಫಲಿಸಲಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಅನುಮತಿ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಂದ ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ.

ಎಂ.ಎ. ಕ್ಲಾಸಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ದಿನ ಧ್ವನಿಗೆ (Sound) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಒಂದು ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗೆ ವಿರೋಧಾಭಾಸ ಫಲಿತಾಂಶಗಳು ಬಂದುವು. ಪ್ರೊಫೆಸರರೊಡನೆ ಈ ವಿಚಾರ ಪ್ರಸ್ತಾಪಿಸಿದಾಗ ಅವರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ತೃಪ್ತಿಕರವಾದ ಪರಿಹಾರ ಕೊಡಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದ ರಾಮನ್‌ರ ತೀಕ್ಷ್ಣಬುದ್ಧಿಗೆ ಆ ಪ್ರಯೋಗವಿಡೀ ಒಂದು ಹೊಸರೂಪದಲ್ಲಿ ಕಂಡಿತು. ಇವರು ಅದೇ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಪುನಃ ಮಾಡಿ ಅದರ ವರದಿಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದರು. ಆಧಾರಗ್ರಂಥ

ಗಳೊಡನೆ ಹೋಲಿಸಿ ತಮ್ಮ ಸಿದ್ಧಾಂತದ ಸತ್ಯ ಮತ್ತು ಪರಿಪೂರ್ಣತೆಗಳನ್ನು ಅರಿತರು. ರಾಮನ್ ಸೂಚಿಸಿದ ಈ ಸುಧಾರಣೆ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಲಾರ್ಡ್ ರಿಲೇಯಿಂದ ಅವರಿಗೆ ಶಹಭಾಸ್‌ಗಿರಿ ತಂದಿತು. ಪ್ರಯೋಗ ಶೀಲ ರಾಮನ್‌ರ ನೂತನಾಧ್ಯಾಯದ ಪ್ರಾರಂಭದ ಮುಹೂರ್ತವಿದು.

ರಾಮನ್‌ರ ಉತ್ಸಾಹಕ್ಕೆ, ದುಡಿಯುವ ಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ ಈ ಉತ್ತೇಜನೆ ಪುಟವಿಟ್ಟಂತಾಯಿತು. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾಗಿ ಬರೆದು ಪರಿಶೀಲನೆಗಾಗಿ ತಮ್ಮ ಪ್ರೊಫೆಸರರಾಗಿದ್ದ ಜೋನ್ಸ್‌ರವರಿಗೆ ಕೊಟ್ಟರು. ಮುಂದೆ ಆ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಲಂಡನ್ನಿನ "ಫಿಲಸಾಫಿಕಲ್ ಮೇಗಝಿನ್"ಗೆ ಪ್ರಕಟಣೆಗಾಗಿ ಕಳಿಸಿದರು. ಪ್ರಬಂಧ ಸ್ವೀಕೃತವಾದಾಗ ತರುಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ಆದ ಸಂತೋಷ ಅಷ್ಟಿಷ್ಟಲ್ಲ. ಎಂ.ಎ. ಕೊನೆಯ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ರಾಮನ್‌ರ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಬಂಧ "ನೇಚರ್" ಎನ್ನುವ ಇನ್ನೊಂದು ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟ ವಾಯಿತು. ರಾಮನ್‌ರ ಮುಂದಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಇದು ನಾಂದಿ.

ಎಂ.ಎ. ಪರೀಕ್ಷೆ ಮುಗಿಯಿತು. ಪ್ರೊ. ಜೋನ್ಸ್‌ರವರ ಶಿಫಾರಸಿನ ಮೇರೆ ರಾಮನ್‌ರವರನ್ನು ಯೂರೋಪಿಗೆ ಉಚ್ಚ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕಾಗಿ ಕಳಿಸಬೇಕೆಂದು ವಿದ್ಯಾಧಿಕಾರಿಗಳು ನಿಶ್ಚೈಸಿದರು. ಸರಕಾರ ಈ ಸೂಚನೆಯನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸಿತು. ಆದರೆ ಅತಿ ಕೃಶಾಂಗಿಯಾಗಿದ್ದ ಈ ದಕ್ಷಿಣಭಾರತೀಯ ಯೂರೋಪಿನ ಹವಾ ಮಾನದ ತೀವ್ರತೆ, ಆಹಾರಕ್ರಮ ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿ ಬದುಕಲಾರ ಎಂದು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಐ.ಎಂ.ಎಸ್. ಅಧಿಕಾರಿ ಹೇಳಿದನು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ರಾಮನ್‌ರವರ ಯೂರೋಪ್ ಪ್ರವಾಸ, ವ್ಯಾಸಂಗ ರದ್ದಾದುವು. ಮುಂದೆ ಯೂರೋಪೇ ಅವರಲ್ಲಿಗೆ ಬರಲಿದ್ದಿತು ಎಂದು ಆಗ ಬಹುಶಃ ಯಾರೂ ಊಹಿಸಿರಲಾರರು. ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇದು ಒಳ್ಳೆಯದೇ ಆಯಿತು. ವಿದೇಶ ಶಿಕ್ಷಣವಿಲ್ಲದೇ ಇಲ್ಲಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಏನನ್ನೂ ಸಾಧಿಸಲಾರರು ಎಂದು (ಇಂದಿಗೂ) ತಿಳಿಯುವ ನಮ್ಮ ದೇಶಬಾಂಧವರಿಗೆ ರಾಮನ್ ಸರಿಯಾದ ಉತ್ತರವನ್ನೇ ಕೊಟ್ಟರು.

ಪುನಃ ಪ್ರೊ. ಜೋನ್ಸರ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ಮದ್ರಾಸು ಸರಕಾರ ರಾಮನ್‌ರವರ ಹೆಸರನ್ನು ಅಖಿಲಭಾರತ ಸ್ಪರ್ಧಾಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಸೂಚಿಸಿತು. ಪರೀಕ್ಷೆ ಕಲ್ಕತ್ತಾದಲ್ಲಿ. ರಾಮನ್ ನೂತನ ವಿಷಯಗಳಾದ ಚರಿತ್ರೆ, ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರ, ಸಂಸ್ಕೃತ ಮುಂತಾದುವು ಗಳನ್ನು ಕ್ಷಿಪ್ರ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಓದಿ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕೂರಬೇಕಾಗಿತ್ತು.

ಭಾರತ ಸರಕಾರದ ವರಿಷ್ಠಾಧಿಕಾರಿ ರಾಮನ್

ಪರೀಕ್ಷೆಯ ಹಿಂದಿನ ದಿನವೇ ಅವರ ಅದೃಷ್ಟದ ಬಾಗಿಲು ತೆರೆಯಿತು. ಮದ್ರಾಸಿನಿಂದ ತಂತಿಸುದ್ದಿ ಬಂದಿತು—ಅವರು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಎಂ.ಎ. ಡಿಗ್ರಿ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದನೇ ದರ್ಜೆ, ಒಂದನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿ ಉತ್ತೀರ್ಣರಾಗಿದ್ದರು; ಮದ್ರಾಸು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ

ನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಇವರೇ ಈ ಹಿರಿಮೆಯನ್ನು ಪ್ರಥಮವಾಗಿ ಗಳಿಸಿದವರು. ಈ ಉತ್ಸಾಹದಾಯಕ ಸಮಾಚಾರ ಅವರಿಗೆ ಟಾನಿಕ್ ಆಯಿತು-ಸ್ಪರ್ಧಾಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನಷ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬರೆದರು. ಅದರ ಫಲಿತಾಂಶ ಬರುವಾಗ ಅಲ್ಲಿಯೂ ರಾಮನ್ ಒಂದನೇ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದರು. ಹದಿನೆಂಟರ ಹುಡುಗ ಭಾರತಸರಕಾರದ ಹಣಕಾಸಿನ ಖಾತೆಯಲ್ಲಿ ಅಸಿಸ್ಟೆಂಟ್ ಎಕೌಂಟೆಂಟ್ ಜನರಲ್ ಆಗಿ ನೇಮಕ ಪಡೆದ.

ಇಷ್ಟು ಕಿರಿಯ ಪ್ರಾಯದಲ್ಲಿ ಅಷ್ಟು ಹಿರಿಮೆ ಸಾಧಿಸಿದ ವ್ಯಕ್ತಿ ಅಪೂರ್ವ.

ರಾಮನ್‌ರವರ ವಿವಾಹ ಕುಮಾರಿ ಲೋಕಸುಂದರಿ ಎನ್ನುವ ಕನ್ಯೆಯೊಡನೆ ನೆರವೇರಿತು. ಇವರ ಮದುವೆ ಅಂದಿನ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಸಂಪ್ರದಾಯದ ವಿರುದ್ಧವಾಗಿತ್ತು. ವಿಜ್ಞಾನಿ ರಾಮನ್ ಉದಾತ್ತಧ್ಯೇಯಗಳಿದ್ದವರು. ಅವರ ಭಾವೀಪತ್ನಿ ಬುದ್ಧಿಶ್ರೀಮಂತಿಕೆ ಆರ್ಥಿಕಶ್ರೀಮಂತಿಕೆಗಿಂತ ಹಿರಿಯದು ಎಂದು ತಿಳಿದು ಮುನ್ನಡಿಯಿಟ್ಟ ಧೀರ ಮಹಿಳೆ.

ಇಲ್ಲಿಗೆ ಅವರ ಜೀವನದ ಒಂದು ಅಧ್ಯಾಯ ಮುಗಿಯುತ್ತದೆ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಕರೆ

ಕಲ್ಕತ್ತಾದಲ್ಲಿ ಅಸಿಸ್ಟೆಂಟ್ ಎಕೌಂಟೆಂಟ್ ಜನರಲ್ ಆಗಿ ರಾಮನ್‌ರವರ ಅಧಿಕಾರೀ ಜೀವನ ತೊಡಗಿತು. ವಿಜ್ಞಾನದ ತೊರೆ ಒಂದು ಕ್ಷಣ ಬತ್ತಿದಂತೆ ತೋರಿತು. ಆದರೆ ಅವರ ದಾಹ ಸುಪ್ತವಾಗಿಯೇ ಇತ್ತು.

ಒಂದು ಸಂಜೆ ಅವರು ಆಫೀಸಿನಿಂದ ಹಿಂತಿರುಗುತ್ತಿದ್ದಾಗ "ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಎಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಕಲ್ಟಿವೇಷನ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್" ಎನ್ನುವ ಬೋರ್ಡ್ ಅವರ ಗಮನವನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿತು. ತಾಯಿಯನ್ನು ಕಂಡೋಡುವ ಮಗುವಿನಂತೆ ರಾಮನ್ ಅಲ್ಲಿಗೆ ಧಾವಿಸಿದರು. ಡಾ. ಮಹೇಂದ್ರಲಾಲ್ ಸರ್ಕಾರ್ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸಂಸ್ಥಾಪಕರು. ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿದ್ಯಾಕಾರಣಿ ಸರ್ ಅಶುತೋಷ ಮುಖರ್ಜಿ ಮುಂತಾದ ಹಿರಿಯರು ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿದ್ದರು. ರಾಮನ್‌ರವರ ಉತ್ಸಾಹ, ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಕುರಿತಾದ ಆಸಕ್ತಿ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಬಲು ದೊಡ್ಡ ನಿಧಿಯಾಯಿತು. ರಾಮನ್‌ರವರ ವಿರಾಮವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿ ಅಭ್ಯಾಸ ಮುಂದುವರಿಸುವಂತೆ ಸೌಕರ್ಯ ನೀಡಿದರು. ಒಂದು ಕಡೆ ಅಧಿಕಾರದ ಹೊಣೆ, ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕರೆ. ಮಹಾವಿಜ್ಞಾನಿಗೊಂದು ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆ ಬೇಕಾಗಿತ್ತು, ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗೊಬ್ಬ ಧುರೀಣ ಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಈ ಸಂಬಂಧ ಹಾಲು ಸಕ್ಕರೆ ಬೆರೆತಂತಾಯಿತು.

ತಮ್ಮ ಎಲ್ಲ ಬಿಡುಸಮಯವನ್ನೂ ರಾಮನ್ ಈ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಳೆದರು. ಅವರ ಕ್ರಮಬದ್ಧವಾದ ಮುನ್ನಡೆ, ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾದ ಕೆಲಸ, ಕುತೂಹಲ

ಇತರರಿಗೆ ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾದುವು, ಬೇರೆಯವರ ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಗಳಿಸಿದುವು. ಆದರೆ ಈ ಸುಂದರ ಸನ್ನಿವೇಶ ಬಹುಕಾಲ ಮುಂದುವರಿಯಲಿಲ್ಲ. ಎರಡು ವರ್ಷಗಳೊಳಗೇ ಅವರಿಗೆ ರಂಗೂನಿಗೆ ವರ್ಗವಾಯಿತು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಹೃದಯವನ್ನು ಕಲ್ಕತ್ತಾದಲ್ಲಿಯೇ ಬಿಟ್ಟು, ಸರಕಾರದ ನೌಕರ ರಾಮನ್ ರಂಗೂನಿಗೆ ಹೋದರು (೧೯೦೯).

ರಂಗೂನಿನಲ್ಲಿ ಅವರು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲವಿರಲಿಲ್ಲ. ೧೯೧೦ರ ಮಾರ್ಚ್‌ನಲ್ಲಿ ಅವರ ತಂದೆ ತೀರಿಕೊಂಡರು. ಆರು ತಿಂಗಳ ರಜೆಯಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸಿಗೆ ಮರಳಿದ ರಾಮನ್ ತಂದೆಯವರ ಉತ್ತರಕ್ರಿಯೆ ಮುಗಿದನಂತರ ಉಳಿದ ದಿವಸಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮದ್ರಾಸು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಕಳೆದರು. ಈ ಐದಾರು ತಿಂಗಳ ಅವಧಿ ಅವರಿಗೆ ತಮ್ಮ ಅನ್ವೇಷಣೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ತುಂಬ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಯಿತು.

ರಜೆ ಮುಗಿದನಂತರ ರಾಮನ್‌ರಿಗೆ ನಾಗಪುರಕ್ಕೆ ವರ್ಗವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲಿ ಅವರು ಆಫೀಸಿನ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿ, ಡೆಪ್ಯುಟಿ ಎಕೌಂಟೆಂಟ್ ಜನರಲ್. ಪ್ರಾಯ ೨೨. ಅವರು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಆಫೀಸಿನ ಆಡಳಿತೆ ವಿಷಮಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿತ್ತು. ಕೈಕೆಳಗಿನ ಅಧಿಕಾರಿಗಳ ದರ್ಪ, ದಬ್ಬಾಳಿಕೆ ಅಸಹನೀಯವಾಗಿದ್ದುವು. ರಾಮನ್ ಅದೆಷ್ಟೋ ಹೊಸ ಆಜ್ಞೆಗಳನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದು ಖಚೇರಿಯ ಹೊಲಸನ್ನು ಶುಚಿಗೊಳಿಸಿದರು. ಇವರ ದಿಟ್ಟತನದ ನೇರಮಾರ್ಗ, ಪಟ್ಟಭದ್ರ ಹಕ್ಕುಗಳಿದ್ದ ಹಲವಾರು ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಸಹಿಸಲಾಗಲಿಲ್ಲ. ರಾಮನ್ ಅನನುಭವಿ, ತರುಣಭಾರತೀಯ ಅಧಿಕಾರಿ ಎಂದು ಅವಹೇಳನೆ ಮಾಡುವ ದೂರುಪತ್ರಗಳನ್ನು ಕೈಕೆಳಗಿನ ಆಂಗ್ಲ ಮತ್ತು ಇತರ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ವರಿಷ್ಠಾಧಿಕಾರಿಯಾದ ಎಕೌಂಟೆಂಟ್ ಜನರಲ್‌ಗೆ ಕಳಿಸಿದರು. ಅವರು ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ತಿಳಿದುಕೊಂಡು, ರಾಮನ್‌ರವರ ನ್ಯಾಯನಿಷ್ಠುರತೆ, ದಕ್ಷತೆ, ದಿಟ್ಟತನಗಳನ್ನು ಪ್ರಶಂಸಿಸಿ ಪತ್ರ ಬರೆದರು. ಆಫೀಸಿನ ಕೆಲಸ ಸುಸೂತ್ರವಾಯಿತು.

ಯಾವರಂಗದಲ್ಲಿಯೂ ರಾಮನ್ ಅದ್ವಿತೀಯ.

ನವಂಬರ್ ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಪುನಃ ಕಲ್ಕತ್ತಕ್ಕೆ ವರ್ಗವಾಯಿತು. ಕಲ್ಕತ್ತ ಅವರಿಗೆ ಅತಿ ಪ್ರಿಯವಾದ ವಿಜ್ಞಾನಮಂದಿರ.

ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಕತ್ತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಉಪಕುಲಪತಿಯಾಗಿದ್ದವರು ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಆಡಳಿತಗಾರ, ವಿದ್ಯಾಕಾರಣಿ ಸರ್ ಅಶುತೋಷ ಮುಖರ್ಜೀ. ೧೯೧೪ರಲ್ಲಿ ಅವರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕಾಲೇಜನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ಉದಾರಿಗಳೂ, ಶ್ರೀಮಂತರೂ ಆದ ಸರ್ ತಾರಕಾನಾಥ ಪಾಲಿತರೂ, ಡಾ. ರಾಶ್‌ಬೆಹಾರಿ ಘೋಷರೂ ಈ ಕಾಲೇಜಿಗೆ ತೆರೆದಹೃದಯದಿಂದ ಧನಸಹಾಯ ಮಾಡಿದ್ದರು. ಪಾಲಿತರ ಗೌರವಾರ್ಥವಾಗಿ ಈ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಅವರ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕತ್ವ (Chair) ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ

ಹಣ ಒದಗಿಬಂತು, ಹೊಸ ಹುದ್ದೆ ಆರಂಭವಾಯಿತು—ಆದರೆ ಸಮರ್ಥವ್ಯಕ್ತಿ ದೊರೆಯಲಿಲ್ಲ.

ವಿಜ್ಞಾನ ಗೆದ್ದಿತು

ಸರ್ ಅಶುತೋಷರು ದಕ್ಷರನ್ನು ಆರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಹೆಸರಾಂತವರು. ಅವರ ದೃಷ್ಟಿ ರಾಮನ್‌ರವರ ಮೇಲೆಯೇ. ಈ ಹಿಂದೆಯೇ ರಾಮನ್‌ರವರ ವಿಜ್ಞಾನದಾಹ, ಪ್ರಯೋಗಶೀಲತೆ, ಅಸಾಧಾರಣ ಚೈತನ್ಯ ಇವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ನೋಡುವ ಯೋಗ ಅವರಿಗೆ ಒದಗಿದ್ದಿತಷ್ಟೆ. ಪಾಲಿತ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕತ್ವದ ಕರೆ ರಾಮನ್‌ರಿಗೆ ಬಂದಾಗ (೧೯೧೭) ಅವರು ತಮ್ಮ ಜೀವನದ ಒಂದು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ನಿರ್ಧಾರ ಕೈಗೊಳ್ಳ ಬೇಕಾಯಿತು. ಅಧಿಕಾರ, ದರ್ಪ, ಶ್ರೀಮಂತಿಕೆ ಒಂದು ಕಡೆ (ಕೈಯಲ್ಲಿರುವ ಹಕ್ಕಿ); ಇದಾವುದೂ ಇಲ್ಲ, ಆದರೆ ಪ್ರಿಯವಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಕರೆ ಇನ್ನೊಂದೆಡೆ. ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಪ್ರಿಯವಾದುದನ್ನು ಮಾಡಲು ರಾಮನ್ ಎರಡನೇ ಯೋಚನೆ ಮಾಡಲಿಲ್ಲ. ರಾಮನ್ ಪಾಲಿತ್ ಪ್ರೊಫೆಸರರಾದರು. ದೇಶಪ್ರೇಮಿಗಳಿಗೆ ಇದೊಂದು ಅಭಿಮಾನದ ಪ್ರಸಂಗವಾಯಿತು. ಭಾವೀ ಎಕೌಂಟೆಂಟ್ ಜನರಲ್ ಆ ದಾರಿಗೇ ತಿಲಾಂಜಲಿ ಯಿತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಮಾರ್ಗ ಹಿಡಿಯುವುದು ಸಾಮಾನ್ಯ ದಿಟ್ಟತನವಲ್ಲ. ಯೂರೋಪ್ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆಯದ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಪಾಲಿತ್ ಗದ್ದುಗೆಯೇರಿದರು.

ಸರ್ ಅಶುತೋಷರ ಮತ್ತು ಪ್ರೊ. ರಾಮನ್‌ರ ಮೈತ್ರಿಯ ಹಿತಕರ ವಾತಾ ವರಣದಲ್ಲಿ ಕಲ್ಕತ್ತಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬೆಳೆ ಯಿತು ; ವಿದೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ಗಳಿಸಿತು.

"ಸರ್ ತಾರಕಾನಾಥರಿಂದ ದತ್ತಿಯಾಗಿರುವ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಪದವಿಗೆ ಶ್ರೀ ಚಂದ್ರಶೇಖರ ವೆಂಕಟರಾಮನ್ ಇವರ ಸೇವೆ ಲಭಿಸಿರುವುದು ನಮ್ಮ ಅದೃಷ್ಟ. ಅತ್ಯಂತ ಕಠಿನ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ತಮ್ಮ ಉದ್ಯೋಗದ ಬಿಡುವಿರದ ಕೆಲಸದ ಮಧ್ಯವೂ ಇವರು ದುಡಿದು ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಸಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕಪ್ರಬಂಧಗಳು ಯೂರೋಪಿನಲ್ಲೆಲ್ಲ ಇವರಿಗೆ ಖ್ಯಾತಿ ತಂದಿವೆ........ಆರ್ಥಿಕವಾಗಿ ಲಾಭದಾಯಕ ವಲ್ಲದ ಈ ಹುದ್ದೆಯನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸುವಲ್ಲಿ ಶ್ರೀ ರಾಮನ್‌ರವರು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿರುವ ತ್ಯಾಗಮನೋಧರ್ಮ, ಸಾಹಸಪ್ರವೃತ್ತಿ ಅಭಿನಂದನಾರ್ಹ. ಈ ಒಂದು ನಿದರ್ಶನ ವಿದ್ಯಾಮಂದಿರದಲ್ಲಿ ಸತ್ಯಾನ್ವೇಷಣೆ ಮಾಡಲು ಬರುವ ಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಎಂದೂ ಕೊರತೆ ಬರಲಾರದು ಎಂದು ನನಗೆ ಧೈರ್ಯನೀಡುತ್ತಿದೆ" ಎಂದು ಸರ್ ಅಶುತೋಷ ಮುಖರ್ಜಿಯವರು ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದರು.

ಪಾಲಿತ್ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಆಗಿ ರಾಮನ್ ೧೬ ವರ್ಷ (೧೯೩೩ರ ವರೆಗೆ) ಇದ್ದರು. ಅದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಮೂಲಸಂಸ್ಥೆಯಾದ "ಇಂಡಿಯನ್ ಎಸೋಸಿ ಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಕಲ್ಟಿವೇಷನ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್" ಇದರ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿಯೂ ಆಗಿ

ದ್ದರು. ಹೀಗೆ ೧೯೧೭ರಿಂದ ೧೯೩೩ರ ವರೆಗೆ, ಅಂದರೆ ಸುಮಾರು ಕಾಲುಶತಮಾನ ಕಾಲ, ರಾಮನ್‌ರವರ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ ಕಲ್ಕತ್ತವೇ ಆಗಿತ್ತು. ಅವರ ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಇಂಡಿಯನ್ ಎಸೋಸಿಯೇಷನ್ನಿನ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದಲ್ಲಿ ಮುಂದು ವರಿದುವು—ಅವರ ಪ್ರಥಮಾನುರಾಗ ಅಷ್ಟು ಗಾಢವಾಗಿ ಬೆಳೆದಿತ್ತು.

೧೯೨೧ರಲ್ಲಿ ಕಲ್ಕತ್ತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ರಾಮನ್‌ರಿಗೆ ಗೌರವ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿ ನೀಡಿ ತನಗೇ ಕೀರ್ತಿಯನ್ನು ತಂದುಕೊಂಡಿತು.

ಯೂರೋಪ್ ಪ್ರವಾಸ

ಡಾ. ರಾಮನ್ ೧೯೨೧ರಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಯೂರೋಪ್ ಪ್ರವಾಸ ಕೈಗೊಂಡರು. ಆಕ್ಸ್ ಫರ್ಡಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸಾಮ್ರಾಜ್ಯದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಅವರು ಭಾಗವಹಿಸಿದರು. ಮೂರು ವರ್ಷಗಳನಂತರ "ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಎಸೋಸಿ ಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಎಡ್ವಾನ್ಸ್‌ಮೆಂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್" ಇದರ ಅಧಿವೇಶನ ಟೊರೊಂಟೋದಲ್ಲಿ ನಡೆದಾಗ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರಿಗೆ ಆಹ್ವಾನ ಬಂದಿತು. ಈ ಮಧ್ಯೆ ಲಂಡನ್ನಿನ "ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿ" ಅವರಿಗೆ ತನ್ನ ಫೆಲೋ (Fellow of the Royal Society) ಪದವಿ ನೀಡಿ ಗೌರವಿಸಿತು. ರಾಮನ್ ಆವರೆಗೆ ಸಾಧಿಸಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದ ಪ್ರಬಂಧ ತಜ್ಞರ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆದಿದ್ದುದಕ್ಕೆ ಇವೆಲ್ಲ ನಿದರ್ಶನ.

ಟೊರೊಂಟೋ ಸಭೆ ಮುಗಿದನಂತರ ಕೆನಡಾದೇಶ, ಯುನೈಟೆಡ್ ಸ್ಟೇಟ್ಸ್ (ಅಮೆರಿಕ), ಯೂರೋಪ್ ಪ್ರವಾಸ ಮಾಡುವ ಸಂದರ್ಭ ಒದಗಿ ಬಂದಿತು. ಅಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದಿದ್ದ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸ್ನೇಹ ಇವರಿಗೆ ಲಭಿಸಿದ್ದು ಒಂದು ಸುಯೋಗ. ಪೂರ್ವದ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಅವರು ತಿಳಿಯುವಂತಾಯಿತು.

ಟೊರೊಂಟೋ ಅಧಿವೇಶನದಲ್ಲಿ ಡಾ. ರಾಮನ್ ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಉಪನ್ಯಾಸ ಮಾಡಿದರು ; ಅನಂತರ ಚರ್ಚೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದರು. ಈ ಸಭೆ ಮುಗಿದು ನಿಯೋಗಿಗಳು ಹೊರಗೆ ಬರುತ್ತಿದ್ದಾಗ "ಪ್ರೊ. ರಾಮನ್ ! ನಿಮ್ಮನ್ನು ಭೇಟಿಯಾಗಲು ಮತ್ತು ನಿಮ್ಮ ಪರಿಚಯ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ನನಗೆ ಅತಿ ಸಂತೋಷವಾಗುತ್ತಿದೆ" ಎಂದು ಸ್ನೇಹಹಸ್ತ ಮುಂದೆ ಬಂದಿತು. ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಪ್ರೊ. ಆರ್. ಎ. ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ ಹೀಗೆ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸಿದರು. ಪ್ರೊ. ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ (೧೮೬೮–೧೯೫೩) ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವಿಜೇತರು (೧೯೨೩). ಹತ್ತೊಂಬತ್ತು, ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಎರಡು ಮಹಾ ಶಕ್ತಿಗಳು ಹೀಗೆ ಸೌಹಾರ್ದವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಅಕಸ್ಮಾತ್ತಾಗಿ ಬೆರೆತುವು.

ಪ್ರೊ. ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ ಕೆಲಿಫೋರ್ನಿಯಾದಲ್ಲಿನ ತನ್ನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗೆ ಡಾ.

ರಾಮನ್ನರನ್ನು ಆಹ್ವಾನಿಸಿದರು. ಡಾ. ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್, ಡಾ. ಲೊರೆಂಟ್ಸ್‌ರಂತಹ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸಹಸಂಶೋಧಕರೆಂದು ಹಿರಿಮೆ ಪಡೆದಿದ್ದ ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರಿಗೂ ಅದೇ ಗೌರವಸ್ಥಾನ ನೀಡಲಾಯಿತು. ಏಷ್ಯದ ಈ ವಿಜ್ಞಾನಿಯನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸಲು ತನಗೆ ತುಂಬ ಹೆಮ್ಮೆಯಾಗುವುದೆಂದು ಪ್ರೊ. ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ ನುಡಿದರು.

ಕೆನಡಾ ದೇಶದ ದೀರ್ಘಯಾತ್ರೆ ಇವರಿಗೆ ತುಂಬ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಯಿತು. ಹಿಮಪ್ರವಾಹದಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಬೆಳಕಿನ ನಾನಾವರ್ಣ ವಿನ್ಯಾಸ ಅವರ ಹರಿತವಾದ ಬುದ್ಧಿಗೆ ಒಂದು ಸವಾಲಾಯಿತು. ಹಿಮಪ್ರವಾಹ ಹಸುರು-ನೀಲಿ ಬಣ್ಣ ಪಸರಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಆದರೆ ಹಿಮಗೆಡ್ಡೆಯನ್ನೇ ಹಿಡಿದು ನೋಡಿದಾಗ ಅದು ಸಂಪೂರ್ಣ ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿತ್ತು. ಪಾರದರ್ಶಕವಸ್ತು ಒಟ್ಟಾಗಿ ಪ್ರವಹಿಸುವಾಗ ಹಸುರು-ನೀಲಿ ಬಣ್ಣವನ್ನೇಕೆ ಪಸರಿಸಬೇಕು? ಇದು ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರಿಗೆದುರಾದ ಸವಾಲು. ಅವರೊಂದು ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಆಗಲೇ ಸೂಚಿಸಿದರು- ಸೂರ್ಯ ರಶ್ಮಿ ಹಿಮಗೆಡ್ಡೆಯನ್ನು ದಾಟುವಾಗ ವರ್ಣಪಟಲದ ನೀಲಭಾಗ ಮಾತ್ರ ಹರಡಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಹಿಮಪ್ರವಾಹಕ್ಕೆ ಆ ಬಣ್ಣ ಬರುತ್ತದೆ.

ಕೆನಡಾ ಯಾತ್ರೆ ಮುಗಿದನಂತರ ಡಾ. ರಾಮನ್ ಯುನೈಟೆಡ್ ಸ್ಟೇಟ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸಿದರು. ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ೧೯೨೪ರಲ್ಲಿ ಫ್ರೇಂಕ್ಲಿನ್ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಶತಮಾನೋತ್ಸವದಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯಾಗಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದರು. ಅಮೆರಿಕ ದೇಶದಿಂದ ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳುವಾಗ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ನಾರ್ವೇ, ಡೆನ್ಮಾರ್ಕ್, ಜರ್ಮನಿ ಮುಂತಾದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಿ ಅಲ್ಲಿನ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪರಿಚಯ ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಪ್ರೊ. ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರರನ್ನು (೧೮೮೫-೧೯೬೨, ೧೯೨೨ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವಿಜೇತರು) ಅವರ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಸಂದರ್ಶಿಸಿದರು. ಹತ್ತು ತಿಂಗಳನಂತರ (ಮಾರ್ಚ್ ೧೯೨೫) ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದರು. ಅವರು ಗಳಿಸಿಕೊಂಡ ಸ್ನೇಹ, ಅನುಭವ ಅಪಾರವಾಗಿದ್ದುವು. ಕೆಲವು ತಿಂಗಳನಂತರ ಅವರು "ರಷ್ಯನ್ ಎಕೆಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್" ಇದರ ಇನ್ನೂರನೆಯ ವರ್ಷದ ಉತ್ಸವಕ್ಕೆ ಆಹ್ವಾನಿತರಾಗಿ ರಷ್ಯಪ್ರವಾಸ ಕೈಗೊಂಡರು.

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ

ಪಾಲಿತ್ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ರಾಮನ್ ನಿರಂತರ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳ ಮೊತ್ತ. ಅವರೂ ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳೂ ಆರುನೂರಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರ ಧ್ವನಿ, ಸಂಗೀತೋಪಕರಣಗಳು, ಬೆಳಕಿನ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ, ಕಾಂತತೆ, ಇತ್ಯಾದಿ.

೧೯೨೧ರಲ್ಲಿ ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರ ಮಹಾ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ರಂಗ ಸಜ್ಜಿತವಾಗಿತ್ತು. ಮುಂದೆ ಏಳು ವರ್ಷಗಳನಂತರ "ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ" ಎಂದು

ಅದು ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಮುನ್ನಡೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಮೈಲಿಗಲ್ಲಾಯಿತು.

ಕೆಂಪು, ನೀಲಿ, ಹಸುರು ಯಾವುದಾದರೊಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರಿಸ್ಮಿನ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿ ದೊರೆಯುವ ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಅಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಹೊಳಪಿನ ಗೆರೆಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕಿನ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಗೆರೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ, ಸ್ಥಾನ ಇರುವುವು. ಒಂದು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಣಪಟಲವನ್ನು ಮೊದಲು ಪರಿಶೀಲಿಸಬೇಕು. ಅನಂತರ ಅದೇ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದು ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲಕ ಹರಿಸಿ, ಅವರ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಮ ಅಡ್ಡವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಬೆಳಕು ಚದರಿಹೋದಂತೆ ಕಾಣುವುದು; ಅಲ್ಲದೇ ಅದರ ವರ್ಣಪಟಲದಲ್ಲಿ ಮೊದಲೇ ಇದ್ದ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಗೆರೆಗಳ ಜತೆಗೆ ಕೆಲವು ಹೊಸ ಗೆರೆಗಳು ಸೇರಿರುವುದೂ ಕಾಣುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಹೊಸ ಗೆರೆಗಳು ಮೂಲ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸದ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುವು. ಈ ಹೊಸ ಗೆರೆಗಳ ತರಂಗಮಾನ ಮೂಲ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮಾನಕ್ಕಿಂತ ಉದ್ದವಿದ್ದರೆ ಅಂಥ ಗೆರೆಗಳನ್ನು ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಗೆರೆಗಳೆಂದೂ, ಗಿಡ್ಡವಿದ್ದರೆ ಏಂಟಿಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಗೆರೆಗಳೆಂದೂ ಕರೆಯುವರು. ಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ಏಂಟಿಸ್ಟೋಕ್ಸ್ ಗೆರೆಗಳಿಗೆ ರಾಮನ್ ಗೆರೆಗಳೆಂದೂ ಹೆಸರಿದೆ. ರಾಮನ್ ಗೆರೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುರಚನೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದೆ. ಮೂಲ ಬೆಳಕಿನ ಗೆರೆಗಳ ತರಂಗಮಾನ ಮತ್ತು ರಾಮನ್ ಗೆರೆಗಳ ತರಂಗಮಾನ ಇವೆರಡರ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ನಮಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುರಚನೆಯ ವಿಚಾರ ಹೆಚ್ಚಿನ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ನೀಡುವುದು. ಇದು ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಸಾರ; ಕಾಣುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲಕ ಹರಿಸಿ ದೊರೆಯುವ ವರ್ಣಪಟಲದ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುವಿನ ಅಣುರಚನೆ ವಿವರಿಸುವ ಸುಲಭೋಪಾಯ.

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ನೂತನಾಧ್ಯಾಯ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿತು. ಆಕಾಶದ ಬಣ್ಣ, ಸೂರ್ಯ, ನಕ್ಷತ್ರ ಕಿರಣಗಳ ವಿಭಜನೆ ಈ ರಂಗದಲ್ಲಿ ಹೊಸದೃಷ್ಟಿ ನೀಡಿತು. ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುದಯಸ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಒಂದು ಬಗೆಯಾದುದರಿಂದ ಪಾರದರ್ಶಕ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ಹರಡುವಿಕೆ ವಿದ್ಯುದಯಸ್ಕಾಂತ ತರಂಗಗಳ ಒಂದು ಗುಣವಾಗಿರಬೇಕು ಎಂದು ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರಿಯಿತು. ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಪಂಚದ ರೂಪಾಂತರವೂ ಇದೆ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ತರಂಗಗಳನ್ನು ಅನಿಲದ ಮೂಲಕ ಹರಿಸಿದರೆ ಹೊಸದೊಂದು ವಿಸರಣೆ (ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ) ದೊರೆಯುವುದು–ಇದು ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಪರಿಣಾಮ. ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಪರಿಣಾಮ ಬಲು ಪ್ರಯಾಸಕರವಾದುದು. ಕಾಣುವ ಬೆಳಕಿನಿಂದ ದೊರೆಯುವ ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ ಬಲು ಸುಲಭವಾದುದು.

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮ ಸಂಶೋಧಿತವಾದ ಪ್ರಥಮ ದಶಕದಲ್ಲಿ (೧೯೨೮–

೧೯೩೮) ೧೭೦೦ ವಿಜ್ಞಾನಪ್ರಬಂಧಗಳು ಇದನ್ನು ಕುರಿತಾಗಿಯೇ ಪ್ರಕಟವಾದುವು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಇಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಾತು ಹೇಳುವುದು ಅಗತ್ಯ. ವಿಜ್ಞಾನಿಗೆ ತನ್ನ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆವರೆಗೆ ಸಂಗ್ರಹವಾದ ಜ್ಞಾನದ ನಿಕಟ ಪರಿಚಯ ಪ್ರಥಮ ಸೋಪಾನ. ಇದು ನಡೆಯುತ್ತಿರುವಾಗಲೇ ಅವನ ತೀಕ್ಷ್ಣಮತಿಗೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ, ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಗಣನೆಮಾಡುವಾಗ ಹೊಸ ಹೊಸ ಸಮಸ್ಯೆಗಳು ತಲೆದೋರುವುದುಂಟು. ಅವುಗಳ ಪರಿಹಾರಕ್ಕಾಗಿ ಆತ ಚಿಂತಿಸುತ್ತಾನೆ, ಪ್ರಯೋಗಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಪ್ರಯೋಗ–ಸಿದ್ಧಾಂತ–ಪ್ರಯೋಗ ಈ ಚಕ್ರ ಉರುಳಿದಂತೆ ಅವನಿಗೆ ಹೊಸದಾರಿ ಹೊಸದೃಷ್ಟಿ ದೊರೆಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ತಪಸ್ಸಿನ ಫಲವಾಗಿ ಅವನು ಪರಿಷ್ಕಾರವಾದ, ಸುಂದರವಾದ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಮಂಡಿಸುತ್ತಾನೆ. ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಜಿಗಿಯುವಲ್ಲಿ ಅವನ ಪ್ರತಿಭೆ ಅವನನ್ನು ಮುನ್ನೂಕುತ್ತದೆ.

ರಾಮನ್ ಪರಿಣಾಮದ ಪ್ರಕಟಣೆ ಪ್ರಪಂಚದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಭಾರತದೆಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸಿತು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮುನ್ನಡೆಗೆ ಹೊಸ ಹುರುಪನ್ನು ನೀಡಿತು. ಜನವರಿ ೧೯೨೯ರಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ “ಇಂಡಿಯನ್ ಸೈನ್ಸ್ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್” ಅಧಿವೇಶನಕ್ಕೆ ಡಾ. ರಾಮನ್ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ ಆಹ್ವಾನಿತರಾದರು. ಮುಂದಿನ ವರ್ಷ (೧೯೩೦) ವಿಶ್ವವಿಖ್ಯಾತ ನೊಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನ ಅವರಿಗೆ ಬಂದಿತು. ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿ ದೊಡ್ಡ ಪದಕವನ್ನು ಪಾರಿತೋಷಕವಾಗಿ ನೀಡಿ ಈ ನೂತನ ನೊಬೆಲ್ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ವಿಜೇತನನ್ನು ಗೌರವಿಸಿತು. ಈ ಮೊದಲು ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರಕಾರ ಅವರಿಗೆ ‘ಸರ್’ ಪದವಿಯಿತ್ತು (೧೯೨೯) ಗೌರವಿಸಿತು.

ಕಲ್ಕತ್ತದಿಂದ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ

೧೯೩೩ರಲ್ಲಿ ಡಾ. ರಾಮನ್ ಕಲ್ಕತ್ತವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ಬಂದು ಅಲ್ಲಿನ “ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್” ನಲ್ಲಿ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಆಗಿ ಸೇರಿದರು. ೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯಿಂದ ನಿವೃತ್ತರಾಗಿ ತಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ “ರಾಮನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್” (ಬೆಂಗಳೂರು) ನಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇದು ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿ ತನ್ನ ಕಲ್ಪನೆ, ಆದರ್ಶಗಳಿಗನುಗುಣವಾಗಿ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ ಮಂದಿರ. ನಿರಂತರ ಸಂಶೋಧನೆ ಇಲ್ಲಿನ ಪೂಜೆ.

ಬೆಳಕಿನ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದುವರಿದ ಡಾ. ರಾಮನ್ ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಕಣ್ಣಿನ ರಚನೆ, ದೇಹಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಉತ್ಸುಕತೆ ತಳೆದರು. ಬೆಳಕು ಹೇಗೆ ಇದ್ದರೂ, ಬಣ್ಣಗಳ ವೈವಿಧ್ಯ ಎಷ್ಟೇ ಇದ್ದರೂ ಅವುಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ತಿಳಿಯುವುದು ಕಣ್ಣುಗಳ ಮೂಲಕವಷ್ಟೆ.

ತಮ್ಮ ಈಚೆಗಿನ ವ್ಯವಸಾಯದ ಬಗ್ಗೆ ಡಾ. ರಾಮನ್ ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ.



ಡಾ. ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್ (1888–)

ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಅವರ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯದ [illegible]



ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್‌ರವರ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯ



ಹಾರ್ವರ್ಡ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರೊ. ಅಲನ್ ರಾಬಿನ್ಸನ್ ಮತ್ತು ಅವರ ಪತ್ನಿಯವರಿಗೆ ರಾಮನ್‌ರವರು ತಮ್ಮ ಸಂಗ್ರಹಾಲಯವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.



ವಜ್ರ ಮತ್ತು ಇತರ ಹರಳುಗಳ ತಮ್ಮ ಸಂಗ್ರಹವನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.



ಡಾ. ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್, ಅವರ ಕಚೇರಿಯಲ್ಲಿ

ಬೆಳಕು ತರಂಗರೂಪದಲ್ಲಿಯೂ, ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮಚೈತನ್ಯ ಘಟಕಗಳ ನಿರಂತರ ಪ್ರವಾಹವಾಗಿಯೂ ಹರಿಯುವುದು. ಇವೆರಡು, ಸ್ವಲ್ಪ ಮಟ್ಟಿಗೆ ಪರಸ್ಪರ ವಿರೋಧಿಗಳೆಂದು ತೋರುವ, ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳೂ ಮನ್ನಣೆ ಪಡೆದಿವೆ. ಕಾಣುವಿಕೆಯ ವಿಚಾರ ಡಾ. ರಾಮನ್ ವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ನಡೆಸಿ ಬೆಳಕಿನ ಘಟಕಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಸ್ವೀಕರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರತಿ ಘಟಕಕ್ಕೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಚೈತನ್ಯವಿದೆ. ಈ ಚೈತನ್ಯ ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಬಡಿದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಮಿದುಳಿನ ದೃಷ್ಟಿಯ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಸ್ಪಂದನ ಉಂಟಾಗಿ ನಮಗೆ ಕಾಣುವಿಕೆಯ ಅನುಭವವಾಗುತ್ತದೆ. ಬಣ್ಣಗಳ ವೈವಿಧ್ಯ, ಬೆಳಕಿನ ತೀವ್ರತೆ, ಮಂದತ್ವವನ್ನು ಅರ್ಥ ಮಾಡಲು ಡಾ. ರಾಮನ್ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ಸಮರ್ಪಕ ಫಲಿತಾಂಶ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ—"ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ರಚನೆ ಮತ್ತು ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ನೋಡುವಿಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಬೆಳಕು ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ ಏನಾಗುವುದು ಎಂದು ತಿಳಿಸುವ ಯಾವುದೇ ಕ್ರಮವೂ ನೋಟದ ಶರೀರವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅರಿಯಲು ಮಹತ್ತ್ವದ ಪರಿಣಾಮದ್ದಾಗುವುದು. ಇಂತಹ ಒಂದು ಕ್ರಮವನ್ನು ನಾನು ರೂಪಿಸಿ, ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ ನೋಡಿದ್ದೇನೆ. ಅದರ ತಂತ್ರವನ್ನೀಚಿಗೆ ತುಂಬ ಸುಧಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇದರಿಂದ ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ಚಟುವಟಿಕೆಯನ್ನು ಕುರಿತು ಸಾಕಷ್ಟು ವಿವರ ಸಂಗ್ರಹಿಸಬಹುದು. ಕೆಲವು ವಿಶಿಷ್ಟ ವರ್ಣಶೋಧಕಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ವರ್ಣಪಟಲದ ಸ್ವಲ್ಪಾಂಶವನ್ನು ಮುಂದೆ ಸಾಗದಂತೆ ಅಡ್ಡತಡೆಯಬೇಕು; ವರ್ಣಪಟಲದ ಉಳಿದಂಶವನ್ನು ಬಿಡಬೇಕು. ಇದೊಂದು ತರದ ಸೋಸುವಿಕೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ಅತಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ತೆರೆಗೂ ಕಣ್ಣಿಗೂ ಮಧ್ಯೆ ಇಂತಹ ಒಂದು ವರ್ಣಶೋಧಕವನ್ನು ಹಿಡಿದು ತೆರೆಯನ್ನು ನೋಡುತ್ತಿರಬೇಕು. ಆಗ ತೆರೆಯ ಬಳಿ ಬೆಳಕು ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲವಷ್ಟೆ. ಸ್ವಲ್ಪಹೊತ್ತು ಹೀಗೆಯೇ ನೋಡುತ್ತಿದ್ದು ವರ್ಣಶೋಧಕವನ್ನು ಫಕ್ಕನೆ ತೆಗೆದುಬಿಡಬೇಕು. ಆಗ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ವಿಶಾಲವಾದ ಒಂದು ಚಿತ್ರ ಸ್ಫುರಿಸಿದಂತೆ ಭಾಸವಾಗುವುದು. ಅಕ್ಷಿಪಟಲದ ಮೇಲೆ ಈಗ ಬೀಳುತ್ತಿರುವ ವಿವಿಧ ಬಣ್ಣಗಳ ಘಟಕಗಳ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆ ಈ ಚಿತ್ರ. ಬಿಳಿತೆರೆಯ ವರ್ಣಪಟಲದ ಯಾವ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ವರ್ಣಶೋಧಕ ಮೊದಲು ತಡೆಹಿಡಿದಿರುವುದೋ ಆ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿ ಈ ಚಿತ್ರದ ಗಾತ್ರವಿರುತ್ತದೆ. ಇಂತಹ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಅಭ್ಯಾಸದಿಂದ ಕಾಣುವಿಕೆಯ ವಿಚಾರ ಅಧಿಕ ವಿವರ ತಿಳಿದಿದೆ."

"ಇಂಡಿಯನ್ ಎಕೆಡಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್" ಇದರ ೩೦ನೆಯ ವಾರ್ಷಿಕ ಸಮ್ಮೇಳನದಲ್ಲಿ (ಮಧುರೆ) ಅಧ್ಯಕ್ಷಪೀಠದಿಂದ ಮಾತಾಡುತ್ತಾ (ಡಿಸೆಂಬರ್ ೧೯೬೬) ಡಾ. ರಾಮನ್ ಹೇಳಿದರು "ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಭಾಗಗಳಿವೆ ಎಂದು ಇದುವರೆಗೆ ನಂಬಲಾಗಿತ್ತು—ಒಂದು ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಕ, ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಕಾಶ

ಗ್ರಾಹಕ. ಮೊದಲನೆಯದು ಬೆಳಕು, ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಅರಿಯಲು ಸಹಾಯ ಮಾಡುವುದು; ಎರಡನೆಯದು ಬೆಳಕನ್ನು ಮಾತ್ರ ಗ್ರಹಿಸುವುದು, ಬಣ್ಣವನ್ನಲ್ಲ. ದೃಷ್ಟಿಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಛಾಯಾಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು; ಪ್ರಕಾಶಗ್ರಾಹಕದಲ್ಲಿ ಕಡಿಮೆ. ಆದರೆ ನನ್ನ ಈಚೆಗಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಎರಡು ವಿಭಾಗಗಳಿಲ್ಲ ಎಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿದೆ. ದೃಷ್ಟಿಯೆಂಬುದು ಒಂದೇ. ಬೆಳಕಿನ ಘಟಕಸಿದ್ಧಾಂತದ ಪ್ರಕಾರ ಮಂಪ್ರಕಾಶದಲ್ಲಿ ದೃಷ್ಟಿಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಮತ್ತು ಬಣ್ಣ ಮಾಸಿಹೋಗುವುದನ್ನು ರುಜುವಾತುಮಾಡಿದ್ದೇನೆ."

ಒಂದುಸಲ ರಾಮನ್‌ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಕುರಿತು ಅವರು ಹೀಗೆಂದರು "ಅಂದಿಗೆ ಅದು ಹೊಸತಾಗಿತ್ತು. ಆದರೆ ಹಿರಿಗೆಂಪಿನ (infrared) ವಲಯದ ಪ್ರಯೋಗ ಮುಂದುವರಿದಂತೆ ರಾಮನ್‌ಪರಿಣಾಮ ಹಿನ್ನೆಲೆಗೆ ಸರಿಯಿತು. ಈಚೆಗೆ ಲೇಸರ್ ಸಂಶೋಧನೆಯಿಂದ ರಾಮನ್‌ಪರಿಣಾಮ ರಾಮನ್-ಲೇಸರ್ ಎನ್ನುವ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಪುನಃ ರಂಗಕ್ಕೆ ಬಂದಿದೆ." ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸತ್ಯಗಳು ಪುನಃ ಪುನಃ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗುವುದು ಸಹಜ, ಅವುಗಳ ಸತ್ವದ ಲಕ್ಷಣ.

ಡಾ. ರಾಮನ್ ವಜ್ರ ಮುಂತಾದ ಹರಳುಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಮಾಡಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅವರ ಇತರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಷ್ಟೇ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿವೆ. ಈ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಸ್ಫಟಿಕಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನೂ ಶಿಲಾಶಾಸ್ತ್ರವನ್ನೂ ಅಭ್ಯಸಿಸಬೇಕಾಯಿತು. ಕುತೂಹಲವಿರುವ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಯಾವುದೂ ಅಗಮ್ಯವಲ್ಲ. ಡಾ. ರಾಮನ್‌ರವರಲ್ಲಿರುವ ವಜ್ರ, ವೈಢೂರ್ಯ ಮುಂತಾದ ಹರಳುಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಅಪೂರ್ವವಾದದ್ದು.

ಭಾಷಣಗಳು

ಡಾ. ರಾಮನ್ ಉತ್ತಮ ಭಾಷಣಕಾರರು. ಅತ್ಯಂತ ಕಠಿಣ ವಿಜ್ಞಾನವಿಷಯವಿರಲಿ, ಕಲೆ, ಸಾಹಿತ್ಯ, ಸಂಸ್ಕೃತಿಯಾಗಿರಲಿ, ಅವರಿಗೆ ಶ್ರೋತೃಗಳನ್ನು ತನ್ಮಯತೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದಿಡುವ ಕಲೆ ಕರಗತವಾಗಿದೆ. ತಾವು ಹೇಳುವ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಲೀನವಾಗಿ ಹೋಗುವ ಇವರ ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನಭಾಷಣ ಕೇಳುವುದು ಒಂದು ಅಪೂರ್ವ ಯೋಗ.

೧೯೩೭ರಲ್ಲಿ ಇವರು ಹೇಳಿದ ಮಾತು (ಬನಾರಸ್ ಹಿಂದೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪದವೀದಾನ ಸಮಾರಂಭದಲ್ಲಿ)—"........ನಾವಿಂದು ವೇದಕಾಲದಲ್ಲಿ ಜೀವಿಸುತ್ತಿಲ್ಲ. ಆಧುನಿಕಯುಗದಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಸಂಶೋಧನೆಯ ಯುಗದಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಕಲ್ಪನೆ ಹೊಸ ಹೊಸ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ವಿಹರಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ನಿಸರ್ಗದ ನಿಗೂಢ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಬಗೆಹರಿಸುವ ದಾರಿಯಲ್ಲಿದ್ದೇವೆ. ಮನುಷ್ಯನ ಸಕಲ ಶಕ್ತಿಗಳೂ ಈ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರೀಕೃತವಾಗಿವೆ. ಇಂತಹ ಮನುಷ್ಯಶಕ್ತಿಯ ಪ್ರವಾಹದಲ್ಲಿ, ಭಾರತದಲ್ಲಿರುವ ನಾವು ದಂಡೆಯಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಬೆರಗಾಗಿ ನೋಡುತ್ತಿರಬಾರದು. ಹೀಗೆ

ನಿಂತರೆ ನಾವು ಅಸಮರ್ಥರು, ಗೂಡಿನಲ್ಲಿ ಬೀಗಹಾಕಿಸಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಲು ಮಾತ್ರ ಯೋಗ್ಯರು ಎಂದು ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಂತೆ. ಆರ್ಥಿಕವಾಗಿ, ರಾಜಕೀಯವಾಗಿ ಅದು ನಮ್ಮ ಸರ್ವನಾಶ."

ಇನ್ನೊಮ್ಮೆ ಹೀಗೆ ಹೇಳಿದರು—"ಸಂಶೋಧನೆ ಎಂದರೇನು ? ಜ್ಞಾನದ ಅನ್ವೇಷಣೆ. ಆದುದರಿಂದ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸದ ಪ್ರತಿ ಅಂಗದಲ್ಲಿಯೂ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಪ್ರಥಮಸ್ಥಾನವಿರಬೇಕು. ಇಂದು ಜ್ಞಾನ ಎಂದರೆ ಗ್ರಂಥಗಳಿಗೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿರುವ ಗತಿಸಿರುವ ಜ್ಞಾನ ಅಲ್ಲ—ಅದು ಜೀವಂತವಾಗಿರುವ ಸದಾ ವರ್ಧಿಸುತ್ತಿರುವ ಸತ್ತ್ವ."

ಸರ್ ಪದವಿ ಬಂದಾಗ ಇವರನ್ನು ಕಲ್ಕತ್ತದಲ್ಲಿ ಸತ್ಕರಿಸಲಾಯಿತು. ಆ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅವರೆಂದರು—"ನಾನು ನನ್ನ ವಿಜ್ಞಾನದ ಜೀವನವನ್ನು ಈಗತಾನೇ ಆರಂಭಿಸುತ್ತಿದ್ದೇನೆ. ಯಾವಾತ ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ಕೀರ್ತಿ, ಧನಲಾಭ ಆಗುವುದೆಂದು ಆ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವನೋ ಅವನಿಗೆ ಅವು ಬಿಸಿಲ್ಗುದುರೆಯಾಗುವುವು. ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಅಭ್ಯಸಿಸುವ ಅನ್ವೇಷಕನಿಗೆ ಮಾತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಲಭ್ಯಫಲಗಳು ಲಭಿಸುವುವು. ಗೌರವ, ಕೀರ್ತಿ, ಪಾರಿತೋಷಕ, ಮುಂತಾದುವು ಆ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ದೊರೆಯಬಹುದಾದ ಕೇವಲ ಆಕಸ್ಮಿಕಗಳು."

೧೯೩೯ರಲ್ಲಿ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪದವೀದಾನ ಸಮಾರಂಭದಲ್ಲಿ ಹೇಳಿದ ಮಾತು—"ಬೌದ್ಧಿಕ ಮೌಲ್ಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದರ ಜತೆಗೆ ಸಾಮಾಜಿಕ ಪ್ರಜ್ಞೆಯನ್ನೂ ಉನ್ನತ ಸಂಸ್ಕೃತಿ ಒಳಗೊಂಡಿದೆ. ಸುಸಂಸ್ಕೃತ ವ್ಯಕ್ತಿಗೆ ಅರ್ಥಹೀನ ತತ್ತ್ವ, ಗೊಡ್ಡುಸಿದ್ಧಾಂತ, ಕುರುಡುನಂಬಿಕೆಗಳಿಂದ ಏನೂ ಪ್ರಯೋಜನವಿಲ್ಲ. ದೇಶವನ್ನು ದುರ್ಬಲಗೊಳಿಸುವ ಮತೀಯವೈಷಮ್ಯ, ಜಾತೀಯಕಲಹ ಇವುಗಳನ್ನು ಪುರಸ್ಕರಿಸುವ ನೆಲೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವಾದರೆ ಅದು ಜ್ಞಾನದ ದೇವಾಲಯ ವಾಗುವುದರ ಬದಲು ಅಜ್ಞಾನದ ಕ್ರಿಮಿಕೀಟಗಳನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸುವ ಕೊಳಚೆ ಗುಂಡಿಯಾಗುವುದು. ವೈಯಕ್ತಿಕ ಯೋಗ್ಯತೆ, ಸಾಮರ್ಥ್ಯ, ಶೀಲ ಇವೇ ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಜಯದೆಡೆಗೆ ರಹದಾರಿಯಾಗಬೇಕು. ವಿವಿಧ ಅಭಿಪ್ರಾಯ, ಭಾವನೆಗಳ ಸಮನ್ವಯಕ್ಷೇತ್ರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವಾಗಬೇಕು. ಪರಸ್ಪರ ಸೌಹಾರ್ದ, ಸಹಿಷ್ಣುತೆ ಇಲ್ಲಿರಬೇಕು. ನಮ್ಮ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳು ಇಂತಹ ಉದಾತ್ತ ಧ್ಯೇಯಗಳಿಂದ ಪ್ರಚೋದಿತವಾದರೆ ದೇಶದ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಅವು ಬೇರೆ ಎಲ್ಲ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಮರ್ಥವಾಗುವುವು."

ವಿಜ್ಞಾನೋಪಾಸನೆಗೆ ಪ್ರಚೋದನೆ ನೀಡುವುದು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸೃಷ್ಟಿಶೀಲ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಎಂಬುದನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲರೂ ಒಪ್ಪುತ್ತಾರೆ ಎಂದು ನನಗನ್ನಿಸುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರಕಾರ, ಶಿಲ್ಪಿ, ಕವಿ—ಇವರೆಲ್ಲರೂ ಅವರವರದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿಸರ್ಗದಿಂದ ಸ್ಫೂರ್ತಿಪಡೆದು ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನೋ, ಅಮೃತಶಿಲೆಯನ್ನೋ, ಆಯ್ದ ಪದಜೋಡಣೆಯನ್ನೋ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ನಿಸರ್ಗವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸುತ್ತಾರೆ. ವಿಜ್ಞಾನಿಯೂ ನಿಸರ್ಗದ ಆರಾಧಕನಾದುದರಿಂದ ಅವನೂ ಅಲ್ಲಿಂದಲೇ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ಪಡೆಯುತ್ತಾನೆ. ಅಮೂರ್ತ ಮಾಧ್ಯಮವೆನ್ನಬಹುದಾದ ಭಾವನೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವನು ತನ್ನ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ನಿಸರ್ಗದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ರಚಿಸುತ್ತಾನೆ. ಪ್ರಕೃತಿಯ ಅಪರಿಮಿತವಾದ ಜಟಿಲತೆಯನ್ನು ಬಿಡಿಸಿ ಅದನ್ನು ಕೆಲವೇ ಕೆಲವು ಸರಳತತ್ವಗಳ ರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಯತ್ನಿಸುತ್ತಾನೆ. ಪ್ರಕೃತಿ ನಿಯಮಗಳೆಂದು ಕರೆಯುವುದು ಈ ತತ್ವಗಳನ್ನೇ. ಹಾಗೆ ಮಾಡುವಾಗ ಇನ್ನಿತರ ಕಲಾಪ್ರಾಕಾರಗಳ ನಿರೂಪಕರಂತೆಯೇ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೂ ಸಹ ಕಟ್ಟುನಿಟ್ಟಾದ ಶಿಸ್ತನ್ನು ಪಾಲಿಸುತ್ತಾನೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿ ತಾನೇ ಹಾಕಿಕೊಂಡಿರುವ ನಿಯಮಗಳನ್ನು ತರ್ಕ ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾನೆ. ವಿಜ್ಞಾನವು ರಚಿಸುವ ನಿಸರ್ಗ ಚಿತ್ರ ಈ ನಿಯಮಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿರಬೇಕು; ಅಂದರೆ ಅದು ಸ್ವಸಂಗತವಾಗಿರಬೇಕು. ಭೌದ್ಧಿಕ ಸೌಂದರ್ಯವು ನಿಜಕ್ಕೂ ಎಲ್ಲ ಬಗೆಯ ಸೌಂದರ್ಯಗಳಿಗೂ ಮಿಗಿಲಾದುದು. ಬೇರೆ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ ಮನುಷ್ಯನ ರಸಾಭಿಜ್ಞತೆ ಮತ್ತು ಜ್ಞಾನವಂತಿಕೆಗಳೆರಡೂ ನಿಸರ್ಗದ ಚಿತ್ರಣಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಮ್ಮಿಳನಗೊಳ್ಳುವುದೇ ವಿಜ್ಞಾನ. ಆದುದರಿಂದ ಅದು ಸೃಜನಾತ್ಮಕ ಕಲೆಯ ಪರಾಕಾಷ್ಠೆ.

—ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್

ಎಚ್. ಎನ್. ಚಾಮಯ್ಯ

ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿ

ಇಪ್ಪತ್ತನೆ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲ ದಶಕಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಉನ್ನತ ದರ್ಜೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭರತಖಂಡದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಂಡರು. ಅವರಲ್ಲಿ ಡಾ. ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರು ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಗೆ ಸೇರಿದವರು. ಸಾನಿಯವರು ಕ್ರಿಯಾಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವರು, ಶೀಲವಂತರು, ಕರುಣಾದ್ರ್ರಹೃದಯರು, ರಾಷ್ಟ್ರಪ್ರೇಮಿಗಳು, ಉದಾರಿಗಳು. ಈ ಉದಾತ್ತಗುಣಗಳೆಲ್ಲವೂ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳಿಂದ ದತ್ತವಾದುವು ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಸಾನಿಯವರು ೧೮೯೧ನೇ ಇಸ್ವಿ ನವೆಂಬರ್ ಹದಿನಾಲ್ಕರಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದರು. ತಂದೆ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ರೂಚಿರಾಮ ಸಾನಿ, ತಾಯಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಈಶ್ವರಿದೇವಿಯವರು. ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳಿಗೆ ಮೂರನೆಯ ಪುತ್ರರು. ಇವರ ಜನ್ಮಸ್ಥಳವಾದ ಶಹನಾಪುರ ಜಿಲ್ಲೆಯ ಬೇರಿಯ ಪಟ್ಟಣವು ಹಿಂದೆ ದೊಡ್ಡ ವ್ಯಾಪಾರ ಸ್ಥಳವಾಗಿತ್ತು. ಅದು ಈಗ ಪಶ್ಚಿಮ ಪಾಕಿಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಸೇರಿದೆ. ಈ ಪಟ್ಟಣಕ್ಕೆ ಅನತಿ ದೂರದಲ್ಲಿ "ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಗ್ರಾಲಯ" ಎಂದು ವರ್ಣಿಸಬಹುದಾದ ಉಪ್ಪಿನ ಬೆಟ್ಟಗಳಿವೆ. ಬಾಲ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಹಾರಾರ್ಥವಾಗಿ ಈ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಾಡುವಾಗ ಅಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಪ್ರಾಚೀನ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳು ಸಾನಿಯವರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೆರಳಿಸಿದುವು. ಅವರು ಮುಂದೆ ಈ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಶೋಧಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವು ಭೂಯುಗಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸುವ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆದರು.

ಸಾನಿಯವರ ತಾತಂದಿರು ಕಾಲವಾದನಂತರ ಹಣಕಾಸಿನ ಮುಗ್ಗಟ್ಟಿನಿಂದ ರೂಚಿರಾಮ ಸಾನಿಯವರು ಬೇರಿಯ ಪಟ್ಟಣವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು, ಸಿಂಧೂನದಿಯ ದಡದಲ್ಲಿರುವ ಡೇರ ಇಸ್ಮೇಲಖಾನ್ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಹಲವು ವರ್ಷಗಳಿದ್ದು, ಅನಂತರ ಲಾಹೋರಿಗೆ ಹೋಗಿ ನೆಲಸಿದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿ ದೆಸೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವು ಎಡರುಗಳು ಬಂದರೂ ರೂಚಿರಾಮ ಸಾನಿಯವರು ಎದೆಗುಂದದೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನವನ್ನು ಗಳಿಸಿಕೊಂಡು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಗಿಸಿದರು. ಬೇರಿಯ

ಮತ್ತು ಲಾಹೋರು ಶಾಲಾಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಅವರು ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದರು.

ರೂಚಿರಾಮು ಸಾನಿಯವರು ಹಿಂದೂ ಮತಸ್ಥರಾದರೂ ಇತರ ಮತಗಳಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಅಪಾರವಾದ ಗೌರವವಿತ್ತು; ಮತಾಂಧತೆ ಅವರಲ್ಲಿರಲಿಲ್ಲ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರದಲ್ಲಿದ್ದ ಬ್ರಹ್ಮಸಮಾಜದ ತತ್ವಗಳು ಅವರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಸೆಳೆದುವು. ಅವರು ಬ್ರಹ್ಮಸಮಾಜವನ್ನು ಸೇರಿ ಅದರ ಚಳುವಳಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದಾಳತ್ವ ವಹಿಸಿದರು.

ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಾನಂತರ ರೂಚಿರಾಮು ಸಾನಿಯವರು ಲಾಹೋರು ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರು ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾಸಕ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಮ್ಯಾಂಚೆಸ್ಟರಿನ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್‌ಫರ್ಡ್‌ರೊಡಗೂಡಿ ವಿಕಿರಣಕ್ರಿಯೆಯಮೇಲೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಮಗ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರು ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪ್ರಕಟಣೆಗೆ ಬೇಕಾದ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಟ್ಟು, ತಮ್ಮಲ್ಲಿದ್ದ ಸುಪ್ತಜ್ಞಾನದಾಹವನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದ್ದರು.

ಪ್ರೊ. ರೂಚಿರಾಮು ಸಾನಿಯವರು ಸರ್ಕಾರಿ ಹುದ್ದೆಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ ರಾಷ್ಟ್ರ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಚಳುವಳಿಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಭೆ ಮೆರವಣಿಗೆಗಳಲ್ಲಿ ಸೇರಿ ಲಾಟಿ ಏಟನ್ನೂ ತಿಂದರು. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಚಳುವಳಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರುವುದರಿಂದ ಸರ್ಕಾರದವರು ತಮ್ಮನ್ನು ಹುದ್ದೆಯಿಂದ ತೆಗೆದುಹಾಕುವ ಸಂದರ್ಭ ಬಂದರೂ ಬರಬಹುದು ಎಂದು ಮನವರಿಕೆಯಾದರೂ, ರಾಷ್ಟ್ರ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಚಳುವಳಿಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸದೆ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಬ್ರಿಟಿಷರು ತಮ್ಮ ಸೇವೆಗೆ ಮೆಚ್ಚಿಕೊಟ್ಟ ಬಿರುದನ್ನು ೧೯೨೨ರಲ್ಲಿ ವಾಪಸುಮಾಡಿದರು. ಸರ್ಕಾರವು ವಿಶ್ರಾಂತಿ ವೇತನವನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸುತ್ತೇವೆಂದು ಎಚ್ಚರಿಕೆ ಕೊಟ್ಟರೂ, ಅಂತಹ ಘಟನೆಯಿಂದೊದಗುವ ಕಷ್ಟಕಾರ್ಪಣ್ಯಗಳ ಅರಿವಿನಿಂದಲೇ ತಾನು ಬಿರುದನ್ನು ಹಿಂತಿರುಗಿಸುತ್ತಿರುವುದಾಗಿ ಸಾರಿದರು.

ಲಾಹೋರಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ರೂಚಿರಾಮು ಸಾನಿಯವರ ಮನೆಯು ದೇಶದ ರಾಜಕೀಯ ಮುಂದಾಳುಗಳು ಅಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದಾಗ ಉಳಿದುಕೊಳ್ಳುವ ನೆಲೆಯಾಗಿತ್ತು. ಮೋತೀಲಾಲರು, ಗೋಖಲೆ, ಶ್ರೀನಿವಾಸಶಾಸ್ತ್ರಿ, ಶ್ರೀಮತಿ ಸರೋಜಿನಿನಾಯ್ಡು, ಮದನಮೋಹನ ಮಾಳವೀಯ ಮತ್ತಿತರ ಮುಂದಾಳುಗಳು ಪ್ರೊಫೆಸರರ ಅತಿಥಿಗಳಾಗಿ ಉಳಿದುಕೊಂಡು ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಚಳುವಳಿಯ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸಿ ತೀರ್ಮಾನ ಕೈಗೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರ ಮನಸ್ಸಿನಮೇಲೆ ರಾಜಕೀಯ ಮುಂದಾಳುಗಳ ಪ್ರಭಾವ ಅಚ್ಚಳಿಯದೆ ನಿಂತಿತು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿಯೇ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ಜೀವಿತಕಾಲದಲ್ಲಿ ಉಜ್ವಲ ರಾಷ್ಟ್ರಪ್ರೇಮಿಗಳಾಗಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಖಾದಿ ಉಡುಪನ್ನೇ ಧರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರ ತಾಯಿ ಈಶ್ವರಿದೇವಿಯವರು ಧರ್ಮಬುದ್ಧಿಯುಳ್ಳ

ವರು, ಸಚ್ಚಾರಿತ್ರರು, ತ್ಯಾಗಬುದ್ಧಿಯುವರು, ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಪದ್ಧತಿಗಳಲ್ಲಿ ನಂಬಿಕೆಯುಳ್ಳವರು. ಮಕ್ಕಳ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ತ್ಯಾಗಕ್ಕೂ ಅವರು ಸಿದ್ಧರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಮಿತವ್ಯಯ ಜೀವನದಿಂದ ತಮ್ಮ ಐವರು ಮಕ್ಕಳನ್ನೂ ಇಂಗ್ಲೆಂಡು ಮತ್ತಿತರ ಐರೋಪ್ಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಓದಿಸಲು ಅವರಿಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೆಣ್ಣುಮಕ್ಕಳ ಓದಿಗೆ ತಮ್ಮ ಸಂಬಂಧೀಕರಿಂದ ವಿರೋಧವಿದ್ದರೂ, ತಮ್ಮ ಹೆಣ್ಣುಮಕ್ಕಳನ್ನು ಪದವೀಧರರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿದರು. ಅವರ ಒಬ್ಬ ಮಗಳು ಲಾಹೋರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಥಮ ಮಹಿಳಾ ಪದವೀಧರಳು.

ಮನೆಯ ವಾತಾವರಣ, ತಂದೆತಾಯಿಯರ ಗುಣಗಳು ಚಿಕ್ಕವಯಸ್ಸಿನ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರ ಮೇಲೆ ಉದಾತ್ತ ಪರಿಣಾಮವನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದುವು. ತಂದೆಯಂತೆ ಮಗ ಎಂದು ಹೇಳಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರಿಗೆ ಹೆಮ್ಮೆ. ತಂದೆಯ ಸ್ವಾಭಿಮಾನ, ರಾಷ್ಟ್ರಪ್ರೇಮ, ವಿಶಾಲಮನೋಭಾವ, ವಿಜ್ಞಾನಾಸಕ್ತಿ, ಔದಾರ್ಯಗುಣಗಳೂ, ತಾಯಿಯ ಧರ್ಮ ಮತ್ತು ತ್ಯಾಗಬುದ್ಧಿಗಳೂ ಬೀರಬಲ್ ಸಾನಿಯವರ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಆಕರ್ಷಕ ಗುಣಗಳಾಗಿದ್ದುವು.

ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಲಾಹೋರಿನಲ್ಲಿ ಮುಗಿಸಿದರು. ಶಾಲೆಯ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ಕೇಂದ್ರೀಯ ಆದರ್ಶ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ಮೆಟ್ರಿಕ್ಯುಲೇಷನ್ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷೆಯನ್ನು ದ್ವಿತೀಯ ಭಾಷೆಯನ್ನಾಗಿ ಆರಿಸಿಕೊಂಡು ಪಂಜಾಬು ಪ್ರಾಂತದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲೇ ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಸ್ಥಾನ ಗಳಿಸಿದರು. ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷಾಭಿಮಾನ ಅವರಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯವರೆಗೂ ಇತ್ತು. ಇಂಟರ್ಮೀಡಿಯೆಟ್ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪಂಜಾಬು ಪ್ರಾಂತದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾದವರಲ್ಲಿ ಮೊದಲನೆ ಸ್ಥಾನ ಗಳಿಸಿದರು. ೧೯೧೧ನೆ ಇಸ್ವಿಯಲ್ಲಿ ಲಾಹೋರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪದವೀಧರರಾದರು. ಮಗನು ಪದವಿ ಪಡೆದನಂತರ ಆತನನ್ನು ಅಡ್ಮಿನಿಸ್ಟ್ರೆಟಿವ್ ಹುದ್ದೆಗೆ ಸೇರಿಸಬೇಕೆಂಬ ಆಸೆ ತಂದೆಗಿತ್ತು. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಮಗನಿಗೆ ತಿಳಿಸಿದಾಗ, ಅವರು ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಓದು ಮುಂದುವರಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಬೇಕೆಂಬ ಆಸೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದರು. ಸ್ವತಃ ವಿಜ್ಞಾನಪ್ರೇಮಿಗಳಾದ ಅವರು ಮಗನ ಇಚ್ಛೆಗೆ ಅಡ್ಡಿಬರಲಿಲ್ಲ.

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಲಾಹೋರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪದವೀಧರರಾದಮೇಲೆ, ತಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಸಾನಿಯವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ತೆರಳಿ, ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಎಮ್ಯಾನುಯಲ್ ಕಾಲೇಜನ್ನು ಸೇರಿದರು. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ವಿದ್ಯಾಸಂಸ್ಥೆಗಳಿಗೆ ಸೇರಬೇಕಾದರೆ ಆ ದೇಶದಲ್ಲಿದ್ದ ಭಾರತದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರವೇಶ ದೊರಕಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗಿತ್ತು. ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ಅಣ್ಣ ವಿಕ್ರಮಜಿತುವಿನ ಜೊತೆ, ಭಾರತದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯನ್ನು ಸಂದರ್ಶಿಸಿ, ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಕ್ಕಾಗಿ ಸಹಾಯ ಕೇಳಿ

ದಾಗ, ಅವರಿಂದ ನಿರಾಶಾದಾಯಕವಾದ ಉತ್ತರ ದೊರೆಯಿತು. ಇದರಿಂದ ಸಾನಿಯವರು ಧೈರ್ಯಗೆಡಲಿಲ್ಲ. ತಾವೇ ಸ್ವತಃ ಎಮ್ಯಾನುಯಲ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿ ಡಾ. ಪೀಟರ್ ಗೈಲ್ಸ್ ಅವರನ್ನು ಕಂಡು ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶವನ್ನು ಕೇಳಿದರು. ಕರುಣಾಳುವಾದ ಅವರು ಸಾನಿಯವರನ್ನು ಕಾಲೇಜಿಗೆ ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಭಾರತದ ಪ್ರತಿನಿಧಿಯ ಸಹಾಯವನ್ನವಲಂಬಿಸಿದ್ದರೆ ಸಾನಿಯವರಿಗೆ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶ ದೊರೆಯದೆ ಭಾರತ ಒಬ್ಬ ಮಹಾ ವಿಜ್ಞಾನಿಯನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಳ್ಳುತ್ತಿತ್ತೋ ಏನೋ!

ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಕ್ಕಾಗಿ ಉತ್ಸಾಹದಿಂದ ಹೋದರೂ ಕೆಲವು ದಿವಸಗಳಲ್ಲೇ ಅವರಿಗೆ ಮನೆಯ ಕಡೆ ಮನಸ್ಸಾಗಿ ತಾಯಿಯನ್ನು ನೋಡುವ ಹಂಬಲವುಂಟಾಯಿತು. ಕಾಲೇಜಿಗೆ ಸೇರಿದ ಮೂರು ದಿವಸಗಳಲ್ಲೇ ಆಗ ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿದ್ದ ಅಣ್ಣನ ಬಳಿ ಬಂದು ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಹಿಂದಿರುಗುತ್ತೇನೆಂದು ಅಳುತ್ತಾ ಕುಳಿತರು. ಅವರನ್ನು ಸಮಾಧಾನಮಾಡಿ ಕಾಲೇಜಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅಣ್ಣನಿಗೆ ಬಹು ಪ್ರಯಾಸವಾಯಿತು. ಮನೆ ಬಿಟ್ಟು ತಂದೆತಾಯಿಗಳಿಂದ ಬಹುದೂರ ಹೋದಾಗ ಈ ರೀತಿಯ ಭಾವನೆ ಅನೇಕ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಆಗುವುದು ಸಹಜ. ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಶಿಕ್ಷಣ ವಿಭಾಗದ ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಅಧ್ಯಾಪಕ ಡಾ. ಅಲೆಕ್ಸಾಂಡರ್‌ರವರ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ಓದಿ ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ಆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪದವೀಧರರಾದರು.

ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ಪದವೀಧರರಾದ ಮೇಲೆ, ತಮ್ಮ ಐಚ್ಛಿಕ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲೇ ಉಳಿದರು. ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗಾಗಿ ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನವಿತ್ತವರು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಪ್ರಾಚೀನ ನಷ್ಟಜೀವಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಪ್ರೊ. ಎ. ಸಿ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರು. ಪ್ರೊ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರು ತಮಗೆ ಗುರುವಾಗಿ ದೊರೆತುದು ತಮ್ಮ ಪುಣ್ಯ ವಿಶೇಷವೆಂದು ಸಾನಿಯವರು ಅನೇಕ ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಳಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ತಮ್ಮ ಗುರುಗಳಲ್ಲಿ ಅವರು ಅಚಲವಾದ ಗೌರವ ಭಕ್ತಿಗಳನ್ನಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ಗುರುಗಳ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯುತ ಉತ್ತೇಜನ ಮತ್ತು ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾಕಾರ್ಯವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಸಾನಿಯವರ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಬುದ್ಧಿ ಮತ್ತು ಅವರ ವಿಚಾರಪೂರಿತ ವಿಷಯನಿರೂಪಣೆಗಳಿಂದ ಆಕರ್ಷಿತರಾಗಿ ಪ್ರೊ. ಆರ್ನಾಲ್ಡ್‌ರವರು ಗೊಂಡ್ವಾನ ಮತ್ತಿತರ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ವಹಿಸಿದರು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ಸಸ್ಯಸಂಪತ್ತಿನ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಾನಿಯವರಿಗಿದ್ದ ಅರಿವನ್ನು ತಿಳಿದು, ಭಾರತದ ಸ್ಕೂಲು ಕಾಲೇಜುಗಳಿಗೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಲಾಸನ್‌ರವರ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪುನರ್ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ವಿಶದೀಕರಿಸುವ ಕೆಲಸವನ್ನು ಅವರಿಗೆ ಒಪ್ಪಿಸಿದರು. ಸಾನಿಯವರಿಂದ ಪರಿಷ್ಕೃತವಾಗಿ

ಪ್ರಕಟವಾದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಪುಸ್ತಕ ಈಗಲೂ ಶಾಲಾ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಪಠ್ಯ ಪುಸ್ತಕವಾಗಿದೆ.

ಸಾನಿಯವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವು ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಗೌರವಿಸಿತು. ಅನಂತರ ಡಾ. ಸಾನಿಯವರು ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದರು.

ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳಿದ ಮೇಲೆ ೧೯೨೦ರಲ್ಲಿ ಸಾವಿತ್ರಿ ಎಂಬ ವಧುವಿನೊಡನೆ ಅವರಿಗೆ ವಿವಾಹವಾಯಿತು. ಪತ್ನಿಯು ಪತಿಯ ಜೀವಿತ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅವರ ಸಂಶೋಧನಾಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ನೆರವನ್ನೂ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯನ್ನೂ ಇತ್ತುದಲ್ಲದೆ, ಪತಿಯು ಸ್ವರ್ಗಸ್ಥರಾದ ಮೇಲೆ ಅವರು ಲಕ್ನೋದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಪ್ರಾಚೀನ ನಷ್ಟಸಸ್ಯಜೀವ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (Sahni's Institute of Palaeobotany) ಯ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಕರಾಗಿ ನಿಂತು ಅದರ ಜವಾಬ್ದಾರಿಯನ್ನು ಹೊತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಸಾನಿಯವರು ೧೯೧೯ರಲ್ಲಿ ಕಾಶಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯ ಶಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇರಿದರು. ಕಾರಣಾಂತರದಿಂದ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲೇ ಆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು, ೧೯೨೧ರಲ್ಲಿ ಲಕ್ನೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಖೆಯ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಅಧಿಕಾರವನ್ನು ವಹಿಸಿಕೊಂಡರು. ಆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಸುವ್ಯವಸ್ಥಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಅವರು ಬಹಳ ದುಡಿದರು. ಅಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗವಿರಲಿಲ್ಲ. ಲಕ್ನೋ ನಗರದ ಕ್ಯಾನಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗವಿದ್ದು, ಅದು ಅಲಹಾಬಾದ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಅಂಗವಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸುತ್ತಿತ್ತು. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಲಕ್ನೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಅಧಿಕಾರ ವಹಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಕೇವಲ ಮೂರು ಕೊಠಡಿಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಕಾರ್ಯ ನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು. ಅವರು ಬಂದ ನಂತರ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಯ ಪಾಠಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ತಿದ್ದುಪಡಿ ಮಾಡಿದುದಲ್ಲದೆ ಎಮ್.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ೧೯೨೩ರಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗೆ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಎಮ್.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪದವಿಗಳನ್ನು ಮೊದಲ ತಂಡದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪಡೆದರು.

ಡಾ. ಸಾನಿಯವರು ಹಿರಿಯ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದರೂ ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಯ ಎಲ್ಲಾ ಪಾಠಪ್ರವಚನಗಳನ್ನೂ ತಾವೇ ವಹಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರು. ಎಮ್.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗೆ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಅವರೇ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಿತು; ಇಲಾಖೆಗೆ ಸ್ಥಳಾವಕಾಶವೂ ದೊರೆಯಿತು. ಆದರೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಬೆಳೆದುದರಿಂದ ಉಳಿದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಿಗೆ ಹೋಗಲಿ, ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರಿಗೂ ೧೯೩೩ರ ವರೆಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗೆಂದು ಒಂದು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಕೊಠಡಿ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಭೂ

ಶಾಸ್ತ್ರವಿಭಾಗದ ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ ಒಂದು ಕೊಠಡಿಯ ಮಧ್ಯೆ ಗ್ರಂಥಭಂಡಾರದ ಪುಸ್ತಕಗಳಿದ್ದ ಬೀರುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಇಭ್ಭಾಗ ಮಾಡಿಕೊಂಡು ಅದರ ಒಂದು ಬಾಗದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನಾಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿಶಾಲವಾದ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಕೊಠಡಿ ಇಲ್ಲದಿದ್ದುದು ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಅಡ್ಡಿಯಾಗ ಲಿಲ್ಲ. ಹಗಲಿರುಳೆನ್ನದೆ ಆ ಇಕ್ಕಟ್ಟಾದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿಯೇ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿ ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲೊಬ್ಬರಾದರು. ಒಂದು ಸಲ ಫಿಲಿಪ್ ಹಾರ್ಟ್ವಗ್‌ರವರು ಇಲಾಖೆಗೆ ಬಂದಾಗ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೊಠಡಿ ಯಾವುದು ಎಂದು ಕೇಳಿದರಂತೆ. ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ ಒಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಸಣ್ಣ ಮೇಜನ್ನು ಅವರಿಗೆ ತೋರಿಸಿದರು. ಅವರು ನಗುತ್ತಾ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ತಮ್ಮಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಅಟ್ಟದಕೋಣೆ (garrets) ಗಳಲ್ಲಿಯೇ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ ಎಂದರಂತೆ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸದಾ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತ ರಾಗಿದ್ದರೂ ತರಗತಿಗಳ ಪಾಠ ಪ್ರವಚನಗಳನ್ನು ಎಂದೂ ಉಪೇಕ್ಷೆ ಮಾಡಿದವರಲ್ಲ. ಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಹಿರಿಯರೂ ಅನುಭವವುಳ್ಳವರೂ ಆದವರು ಕೆಳಗಿನ ತರಗತಿಯ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪಾಠ ಹೇಳಬೇಕೆಂಬುದು ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಖಚಿತ ಅಭಿಪ್ರಾಯ. ಈ ಪದ್ಧತಿಯಿಂದ ಎಳೆಯ ವಯಸ್ಸಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಸರಿಯಾದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣ ಕೊಟ್ಟಂತಾಗುವುದಲ್ಲದೆ, ಹಿರಿಯ ಅಧ್ಯಾಪಕರು ತಮಗೆ ಪಾಠ ಹೇಳು ತ್ತಾರೆಂಬ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ತೃಪ್ತಿ ಅವರಿಗೆ ಉಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಕಾರಣ, ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ತರಗತಿಗಳಿಗೆ ತಾವೇ ಪಾಠಪ್ರವಚನಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರಲ್ಲದೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗೂ ಅವರು ತಮ್ಮ ಕಿರಿಯ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಜತೆ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಉಪನ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಒಂದು ಆನಂದ. ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಸರಳವಾದ ಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಅರ್ಥವಾಗುವಂತೆ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ನಾಟುವಂತೆ ಬೋಧಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಅವರು ನಿಪುಣ ರಾಗಿದ್ದರು. ಕಾಲಕಾಲಕ್ಕೆ ಪ್ರಕಟವಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು, ಇವುಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ನಾಟುವಂತೆ ತಿಳಿಸಿ, ತಾವೂ ಸಂಶೋಧನಾ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಮನಕೊಡುವಂತೆ ಅವರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಭಾವ ಬೀರುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಸಾಹ, ಆಸಕ್ತಿ ಕೆರಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ನಂಬಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಪ್ರಯೋಗಾಭ್ಯಾಸಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾಗ ಅವರು ಪೂರ್ಣಕಾಲವೆಲ್ಲ ತರಗತಿಯಲ್ಲೇ ಇದ್ದು, ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ತಿದ್ದಿ, ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮನದಟ್ಟಾಗುವಂತೆ

ಪುನಃ ಪುನಃ ಹೇಳಿ ಅವರಿಗೆ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಂತಹ ಅಧ್ಯಾಪಕರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಪೂಜಾರ್ಹರಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಅಂತಹ ಅಧ್ಯಾಪಕರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಶಿಷ್ಯವೃತ್ತಿ ಅಪೇಕ್ಷೆಪಡುವುದರಲ್ಲಿ ಆಶ್ಚರ್ಯವೇನಿಲ್ಲ.

ವಿವಾದಾಸ್ಪದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಚರ್ಚಿಸುವಾಗ ಯಾರನ್ನೂ ವೈಯಕ್ತಿಕವಾಗಿ ಖಂಡಿಸದೆ, ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕೂಲಂಕಷವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳನ್ನು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಮುಂದಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಯಾರ ಮನಸ್ಸನ್ನೂ ನೋಯಿಸುವ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಅವರದಲ್ಲ. ಸದಾ ನಗುಮುಖದಿಂದಿದ್ದು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಸೌಜನ್ಯದಿಂದ ವರ್ತಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿದರೂ ಅವರ ಶಿಸ್ತು ಮತ್ತು ನಡತೆಗಳಲ್ಲಿ ಕುಂದು ಕಂಡರೆ ಅದನ್ನು ಖಂಡಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ನೈತಿಕ ಬೆಳವಣಿಗೆಯ ಕಡೆ ಸದಾ ಗಮನವಿಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ತರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಪಾಠ ಹೇಳುವಾಗ ಚಿತ್ರಗಳ ಮುಖೇನ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೇಳಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಗಮನವನ್ನೆಲ್ಲಾ ವಿಷಯದ ಕಡೆ ಕೇಂದ್ರೀಕರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ತಮ್ಮ ಗುಣ, ಸೌಜನ್ಯತೆ, ಪಾಠ ಹೇಳುವ ರೀತಿ, ಇವುಗಳಿಂದ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾದರು. ಇವರ ಕೀರ್ತಿಯನ್ನು ಕೇಳಿ ದೇಶದ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಿಂದಲೂ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಾಗಲು ಲಕ್ನೋ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳು ಬರುತ್ತಿದ್ದುದರಲ್ಲಿ ಅತಿಶಯವೇನಿಲ್ಲ.

ಡಾ. ಸಾನಿಯವರು ಪದವಿ ಪಡೆದು ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳಿದನಂತರ ತಮ್ಮ ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿಗೆ ಪ್ರೊ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರ ಜತೆಗೂಡಿ ತಾವು ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ ಗೊಂಡ್ವಾನ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಪರಿಶೀಲನೆ ಮಾಡಿದರು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಿಂದ ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳಿದನಂತರವೂ ಈ ದೇಶದ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಓದಿ ಪುನಃ ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ಭೂಮಿಯ ಯಾವ ಯಾವ ಯುಗಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಸ್ಯಗಳು ಬೆಳೆದಿದ್ದುವು ಎಂಬ ವಿಷಯವಾಗಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಭೂಮಿಯ ವಿವಿಧ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಸಸ್ಯಗಳ ಜಾತಿ ಮತ್ತು ಪ್ರಭೇದಗಳು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕೆ ಇರುವ ಸಾದೃಶ್ಯ ಮತ್ತು ಲಂಬ ಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಸಸ್ಯ ಜಾತಿಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ಮೇಲಿನ ಗೊಂಡ್ವಾನ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಶಂಕುವಿನಾಕಾರದ (Conifers) ಮತ್ತು ತಾಳವೃಕ್ಷದಂತಹ (Cycadophyta) ವೃಕ್ಷಗಳು ಅಧಿಕ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲೂ, ಕೆಳಗಿನ ಗೊಂಡ್ವಾನ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಕಾರ್ಡಾಯಿಟೇಲಿಯ, ಈಕ್ವಿಸಿಟೇಲಿಯ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಸಸ್ಯಗಳೂ ಮತ್ತು ಗ್ಲಾಸಾಪ್ಟರಿಸ್ (Glossopteris) ಸಸ್ಯಗಳೂ ಅಧಿಕಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಿಷಯವನ್ನು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನಕ್ಕೆ ತಂದರು. ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ಜೀವನವನ್ನೇ ಮುಡುಪಾಗಿಟ್ಟರು. ಇಂಡಿಯಾ ಸರ್ಕಾರದ ಭೂಗರ್ಭಶಾಖೆಯ ತಜ್ಞ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿ ಆ ಇಲಾಖೆ

ಯಿಂದ ಕಳುಹಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸಲಹೆಯೀಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಇಂಡಿಯಾದ ಗೊಂಡ್ವಾನ ಸಸ್ಯಸಂಪತ್ತಿನ ಕಡೆ ತಮ್ಮ ಗಮನ ಹರಿಸಿದರು. ಪ್ರಾರಂಭ ದಲ್ಲಿ ಬಿಹಾರ ಪ್ರಾಂತದ ರಾಜಮಹಲ್ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಗ್ಲಾಸಾಪ್ಟೆರಿಸ್ ಸಸ್ಯಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ಆಳವಾಗಿ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದರು. ಆಗಿನ ಕಾಲದ ಸಸ್ಯ ಗಳಿಗೂ ಹಾಲಿ ಇರುವ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೂ ಸಾದೃಶ್ಯವಿರುವುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರು. ಗೊಂಡ್ವಾನ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳು, ಅದರಲ್ಲೂ ರಾಜಮಹಲ್ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಮೇಲಿನ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೆಲ್ಲರ ಮೆಚ್ಚುಗೆಯನ್ನು ಪಡೆದಿದೆ. ರಾಜಮಹಲ್ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಯಿಂದ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಸಂಗತಿಗಳು ಬೆಳಕಿಗೆ ಬಂದುವು.

ಹಿಮ್ಮತ ನಗರದಲ್ಲಿ ಸುಣ್ಣಕಲ್ಲು ರೂಪದ ಮರಳುಗಲ್ಲುಗಳ ಒಣನೆಲಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವಂತಹ ಫರ್ನ್ ಗಿಡಗಳ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಅವರು ವಿವರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ಈ ಜಾತಿಯ ಗಿಡಗಳ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವರಲ್ಲಿ ಅವರೇ ಮೊದಲಿಗರು.

ಅನಂತರ ಅವರೂ ಮತ್ತು ಅವರ ಶಿಷ್ಯರೂ ದಖನ್ ಪ್ರದೇಶದ ಸ್ತಂಬ ರಚನೆಯ ಕಪ್ಪುಬಣ್ಣದ ಜ್ವಾಲಾಮುಖಿ ಶಿಲೆಯಲ್ಲಿ ರಕ್ಷಿತವಾದ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕುತೂಹಲ ಕೆರಳಿಸುವಂತಹ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳನ್ನು ಕುರಿತ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಈ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳಲ್ಲಿ ಬೂಷ್ಟುಜಾತಿ (Fungi) ಯ ಸಸ್ಯದ ಚೂರುಗಳು, ಪಾಚಿ ಜಾತಿಯ (Algae) ಸಸ್ಯಗಳ ಸ್ಪೋರುಗಳು, ಫರ್ನ್ ಸಸ್ಯದ ಸ್ಪೊರ್ಯಾಂಜಿಯಂ, ಇತ್ಯಾದಿಗಳು ದೊರೆತುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಸರಿಸಬಹುದಾದುವು ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ಅಜೊಲ ಸಸ್ಯದಲ್ಲಿ ಇರುವಂತಹ ಸ್ಪೊರ್ಯಾಂಜಿಯಂ ಮತ್ತು ಸ್ಪೋರುಗಳು ಮತ್ತು ದಕ್ಷಿಣ ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ಹಾಲಿ ಇರುವ ರೆಗ್ನಿಲಿಡಿಯಂ ಎಂಬ ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯುವ ಫರ್ನ್‌ಗಿಡದ ಸ್ಪೊರೊಕಾರ್ಪುಗಳು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಪ್ರಾಯಶಃ ಲಿತ್ರೇಸಿ ಕುಟುಂಬ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ ದ್ವಿದಳ ಸಸ್ಯದ ಎನಿಗ್ಮೊಕಾರ್ಪನ್ ವೃಕ್ಷದ ಹಣ್ಣುಗಳು, ತೆಂಗಿನ ಜಾತಿಯ ಮರದ ಶಿಲಾರೂಪಗೊಂಡ ಹಣ್ಣುಗಳು ಮತ್ತು ಕಾಂಡಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಿದರು. ಪಾಮೊಕ್ಸೈಲಾನ್ (Palmoxylon) ಜಾತಿಯ ಅನೇಕ ಹೊಸ ಪ್ರಭೇದಗಳ ಗುಣಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಿದರು. ತೆಂಗಿನ ಜಾತಿಯ ವೃಕ್ಷಗಳ ಸಸ್ಯಗಳು ದೊರೆತನಂತರ, ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿನ ತೆಂಗಿನ ಜಾತಿಯ ನಷ್ಟವೃಕ್ಷಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪ್ರಬಂಧವೊಂದನ್ನು ಬರೆಯಬೇಕೆಂದು ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ತೆಂಗಿನ ಜಾತಿಯ ವೃಕ್ಷಗಳ ಕಾಂಡದ ಒಳರಚನೆಯ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ತಕ್ಕ ಏರ್ಪಾಟು ಮಾಡಿದರು.

ಕಲ್ಕತ್ತ ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದಲ್ಲಿದ್ದ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳಿಂದ ಈ ದೇಶದಲ್ಲಿನ ಶಂಕುವಿನಾಕಾರದ ವೃಕ್ಷಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಅನೇಕ ಲೇಖನಗಳು ಇವರಿಂದ ಹೊರ

ಬಿದ್ದಿವೆ. ಈ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ಹಿಂದೆಯೇ ಕೆಲವರು ವಿಮರ್ಶಿಸಿದ್ದರೂ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ವಿಮರ್ಶೆಯಿಂದ ಆ ಸಸ್ಯಗಳ ಒಳರಚನೆ, ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕಿರುವ ಸಾದೃಶ್ಯಗಳು ಮತ್ತು ಅವುಗಳು ಭೂಮಿಯ ಲಂಬಪದರಗಳಲ್ಲಿ ಹರಡಿರುವ ವಿಷಯವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಾಹಿತಿ ದೊರೆಯಿತು. ಟೆರಿಡೊಫೈಟದ ಸಸ್ಯಗಳು, ಜಿಮ್ನೊಸ್ಪರ್ಮ್ ವೃಕ್ಷಗಳ ಬೀಜಗಳು ಮತ್ತು ಆ್ಯಂಜಿಯೊಸ್ಪರ್ಮ್‌ದ ಹೂವುಗಳನ್ನು ಉದಾಹರಿಸಿ ಪ್ರಾಣಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೇಗೋ ಹಾಗೆ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲೂ ಒಂದು ಸಸ್ಯದ ಉತ್ಪತ್ತಿ ಮತ್ತು ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳು ಸಸ್ಯಕುಲದ ವಿಕಾಸದ ಚರಿತ್ರೆಯನ್ನು ಪುನರಾವೃತ್ತಿ ಮಾಡುತ್ತವೆ ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ದಖನ್‌ನಿನ ಸ್ಥಂಭ ಶಿಲಾರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಹುದುಗಿದ್ದ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳು ಈವೊಸೀನ್ (Eocene) ಯುಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುವು ಎಂದು ವಿವರಿಸಿದರು.

ಕಾಶ್ಮೀರ ಕಣಿವೆಯ ಕರೇವದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯನಿಕ್ಷೇಪಗಳು ಪ್ಲೀಸ್ಟೊಸೀನ್ (Pleistocene) ಯುಗದಲ್ಲಿ ಹಿಮಾಲಯದಲ್ಲಾದ ಭಾರಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ವಿಷಯಸೂಚಕಗಳು ಎಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಪಂಜಾಬು ಪ್ರಾಂತದ ಉಪ್ಪಿನ ಬೆಟ್ಟಗಳು ಕೇಂಬ್ರಿಯನ್ ಯುಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವು ಎಂದು ಅನೇಕರು ಭಾವಿಸಿದ್ದರು. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಅಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸೂಕ್ಷ್ಮನಷ್ಟಜೀವಿಗಳ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಆ ಬೆಟ್ಟಗಳು ಕೇಂಬ್ರಿಯನ್ ಯುಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುವಲ್ಲ, ಈವೊಸೀನ್ ಯುಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವು ಎಂದು ಖಚಿತಪಡಿಸಿದರು. ಇಂಡಿಯಾ ಮತ್ತು ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಕಡಮಿಯ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಎರಡುಸಲ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಮ್ಮುಖದಲ್ಲಿ ಈ ವಿಷಯ ಚರ್ಚಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು ಹೊರಬಿದ್ದುವು ಎಂದರೆ, ಅದರ ಪ್ರಾಮುಖ್ಯತೆಯ ಅರಿವಾಗಬಹುದು. ಸೂಕ್ಷ್ಮನಷ್ಟಜೀವಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಿದವರಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿಗರಲ್ಲದೆ, ಭೂಮಿಯ ಪದರಗಳಲ್ಲಿನ ಜ್ಞಾನದ ವಿಷಯವಾಗಿ ಇಂತಹ ಅಧ್ಯಯನದ ಮಹತ್ವವೆಷ್ಟು ಎಂಬುವುದನ್ನು ತೋರಿಸಿದವರಲ್ಲೂ ಸಾನಿಯವರು ಮೊದಲಿಗರು.

ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಜ್ಞಾನದಿಂದ ಈ ದೇಶದ ಮತ್ತು ಇತರ ದೇಶಗಳ ಭೂಯುಗಗಳಲ್ಲಿನ ಸಂಬಂಧ ಮತ್ತು ಸಂಪರ್ಕವನ್ನು ತಮ್ಮ ಅನನುಕರಣೀಯವಾದ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಳಗಿನ ಗೊಂಡ್ವಾನ ಪದರಗಳಲ್ಲಿನ ಸಸ್ಯಗಳ ವಿಷಯವನ್ನು ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಸೈಬೀರಿಯ, ಚೈನ, ಕೊರಿಯ ಮತ್ತು ಸುಮಾತ್ರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅದೇ ಯುಗದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಇತರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಆಮ್‌ಸ್ಟರ್‌ಡ್ಯಾಂನಲ್ಲಿ ಸೇರಿದ್ದ ೬ನೆಯ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಸ್ಯವಿಭಾಗದ ಕಾಂಗ್ರೆಸಿನಲ್ಲಿ ಡಾ. ಸಾನಿಯವರು ಗೊಂಡ್ವಾನಪದರಗಳಲ್ಲಿನ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳು ಏಷ್ಯಾ ಖಂಡದಲ್ಲಿದ್ದ ಆ ಕಾಲದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕುಬೀರುತ್ತವೆ ಎಂದು ವಿವರಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಪ್ರಮುಖಪಾತ್ರ ವಹಿಸಿದರು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಅಧ್ಯಯನ ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷ ಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸೀಮಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಇತರ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿನ ಅವಶೇಷಗಳ ವಿಷಯ ವಾಗಿಯೂ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿದರು. ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ ದೇಶದ ಕ್ವೀನ್ಸ್‌ಲ್ಯಾಂಡ್ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಅವಶೇಷಗಳನ್ನು ತಮಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಅವುಗಳ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿ ಆ ದೇಶದಲ್ಲಿನ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಒಳರಚನೆಯ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಶಾಲ ಗೊಳಿಸಿದರು.

ಡಾ. ಸಾನಿಯವರು ನಷ್ಟಸಸ್ಯಜೀವಿಗಳ ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಯಶಸ್ಸು, ಅಪಾರಕೀರ್ತಿ, ವಿಶ್ವವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಪ್ರಶಂಸೆ ಪಡೆದಿದ್ದರು. ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯ ಸಾಧನೆಯಿಂದ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರಾದರು ಮತ್ತು ಇಂಡಿಯಾ ವಿಜ್ಞಾನಕಾಂಗ್ರೆಸ್ಸಿನ ಅಧ್ಯಕ್ಷಪದವಿಯನ್ನಲಂಕರಿಸಿದರು. ಆದರೂ ಅವರು ಹಾಲಿ ಜೀವಿಸಿರುವ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮರೆಯಲಿಲ್ಲ. ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ ನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗಲೇ ಹಾಲಿ ಇರುವ ಮತ್ತು ನಷ್ಟವಾಗಿರುವ ಗಿಂಗೊ ಮರದ ಅಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸಸ್ಯಗಳ ಪರಾಗವಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡು ೧೯೧೫ರಲ್ಲಿ "ನ್ಯೂ ಫೈಟಾಲಜಿಸ್ಟ್" ಎಂಬ ವಿಜ್ಞಾನಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಒಂದು ಲೇಖನವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಮಾಂಟ್ ಪೆಲಿಯರ್ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಹನ್ನೆರಡು ಅಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಟಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಅಂಡಗಳಲ್ಲಿ ಪರಸಸ್ಯಪರಾಗಗಳಿರು ವುದನ್ನು ತಿಳಿಸಿದರು. ಅದೇ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಅವರ ಇನ್ನೊಂದು ಲೇಖನ ಪ್ರೊಲೆಪಿಸ್ ವಾಲುಬಿಲಿಸ್ (Prolepis Volubilies) ಫರ್ನ್‌ಗಿಡದ ಒಳರಚನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟುದು. ಪ್ರೊ. ಎಫ್. ಟಿ. ಬ್ರೂಕರು ಈ ಗಿಡವನ್ನು ಮಲಯಾದ ಕೌಲಾಲಂಪೂರಿನಿಂದ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ತಂದಿದ್ದರು. ಈ ಗಿಡದ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯವೇನೆಂದರೆ ತಾಯಿಗಿಡದಿಂದ ಹೊರಟ ನೆಲರೆಂಬೆ (Stolon) ಇತರ ಮರದ ಕಾಂಡಗಳಿಗಂಟಿ ಕೊಂಡು ೧೫ ಅಡಿ ಎತ್ತರ ಬೆಳೆಯುತ್ತದೆ. ಈ ನೆಲರೆಂಬೆಗಳಿಂದ ಹೊರಟು ಬೆಳೆದ ಹೊಸ ಹೊಸ ಪುಟಾಣಿ ಗಿಡಗಳು ಆಗಾಗ್ಗೆ ನೆಲಕ್ಕೆ ಬಿದ್ದು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಗಿಡಗಳಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ನೆಲರೆಂಬೆಯ ಒಳರಚನೆಯನ್ನು ಕೂಲಂಕಷ ವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ಅದರಿಂದ ಮೂಡಿದ ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಟೊಸ್ಟೀಲ್ (Protostele) ಡಿಕ್ಟಿಯೊಸ್ಟೀಲ್ (Dictyostele) ಆಗಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುವ ರೀತಿಯನ್ನು ವಿವರಿಸಿ ದರು. ಅನಂತರ ಪ್ರೊಲೆಪಿಸ್ ಕಾರ್ಡಿಫೋಲಿಯ (Prolepis Cardifolia) ಸಸ್ಯದ ನೆಲರೆಂಬೆಗಳ ತುದಿಯಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವ ಗೆಡ್ಡೆಗಳ ಒಳರಚನೆಯ ವಿಷಯ ವಾಗಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಿ ಗೆಡ್ಡೆಗಳ ಗಾತ್ರವು ಒಳರಚನೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀರುವ ಪ್ರಭಾವವನ್ನು ವರ್ಣಿಸಿದರು. ೧೯೧೭ರಲ್ಲಿ "ಫರ್ನ್ ಗಿಡಗಳ ರೆಂಬೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸ" ಎಂಬ ಪ್ರೌಢಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದು ಸಡ್ಬರಿ ಹಾರ್ಡಿಮನ್ (Sudbury Hardyman) ಬಹುಮಾನಕ್ಕೆ ಕಳುಹಿಸಿದರು. ರೆಂಬೆಗಳು ಎಲೆಗಳ ಕಂಕುಳಲ್ಲೇ

ಮೂಡಬೇಕೆಂಬ ಖಚಿತವಾದ ನಿಯಮವಿಲ್ಲ. ಅಂತಹ ನಿಯಮವಿದ್ದರೆ, ಅದು ಗಿಡದ ವಿಕಾಸಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಮೊಗ್ಗುಗಳ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಸಂಭವಿಸಿದ ಘಟನೆ ಎಂದು ಈ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಅಭಿಪ್ರಾಯವಿತ್ತರು. ಶಂಕುವಿನಾಕಾರದ ವೃಕ್ಷಗಳ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಆಕ್ಮೊಪೈಲ್ ಪಾಂಚೇರಿ (Acmopyle pancheri) ವೃಕ್ಷದ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ರೂಪಾಕೃತಿ ಮತ್ತು ಅದರ ಒಳರಚನೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಪರೀಕ್ಷೆ ನಡೆಸಿ ದೀರ್ಘವಾದ ಪ್ರಬಂಧ ಬರೆದರು. ಈ ಲೇಖನವು ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಫಿಲಸಾಫಿಕಲ್ ವರದಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ವಿಷಯವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಈ ಸಣ್ಣ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಅವರು ತಮ್ಮ ಜೀವಿತಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಲೇಖನಗಳು ೧೩೩. ಆದುದರಿಂದ ಇಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ತಿಳಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಜ್ಞಾನ, ಪ್ರತಿಭೆ ಹಲವು ಮುಖಗಳುಳ್ಳದ್ದು. ಅವರ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಕ್ಷೇತ್ರ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನವಾಗಿದ್ದರೂ ತಮ್ಮ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದ ಇತರ ಅನೇಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅವರು ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಪುರಾತನ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯ ತಯಾರಿಕೆಯ ಅಚ್ಚುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆ ಇದಕ್ಕೊಂದು ನಿದರ್ಶನ. ೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ನ್ಯುಮಿಸ್ಮಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯವರು ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಬರೆದ "ಪುರಾತನ ಕಾಲದ ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯತಯಾರಿಕೆಯ ಯಂತ್ರ ಕೌಶಲ" ಎಂಬ ಲೇಖನವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ಸಸ್ಯಾವಶೇಷ ಸಂಶೋಧಕರಾದ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಈ ಲೇಖನವನ್ನು ಓದಿ ಅನೇಕರು ಆಶ್ಚರ್ಯಪಟ್ಟಿರಬಹುದು. ಆದರೆ ಸಂಶೋಧನಾಪ್ರವೃತ್ತಿಯಿರುವವನಿಗೆ ಯಾವ ಸಮಸ್ಯೆಯೂ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬಾಹಿರವಲ್ಲವೆಂಬುದು ಇದರಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಲಕ್ನೊ ಸಂಗ್ರಹಾಲಯಕ್ಕೆ ಆಗಾಗ್ಗೆ ಭೇಟಿಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಒಂದು ಸಲ ಅಲ್ಲಿ ಅಡ್ಡಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಕಾಶ್ಮೀರದ ರೋಹಕ್ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿನ ಕೊಕ್ರಕಾಟ್ (Kokrakot) ಎಂಬ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಟೆರ್ರ ಕೊಟ್ಟ ನಾಣ್ಯಗಳ ಅಚ್ಚು (Terra-cotta coin moulds) ಅವರ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಕಸ್ಮಾತ್ ಬಿತ್ತು. ತಕ್ಷಣವೇ ಅವರು ಅದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ೧೯೩೬ರ 'ಕರೆಂಟ್ ಸೈನ್ಸ್'ನಲ್ಲಿ "ಜಮುನ ಕಣಿವೆಯ ರೋಹಕ್ ಸಮೀಪದ ಕೊಕ್ರಕಾಟದ ಮಣ್ಣುಗುಡ್ಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿದ ಪುರಾತನ ಅವಶೇಷಗಳು" ಎಂಬ ಒಂದು ಲೇಖನವನ್ನು ಬರೆದರು. ಈ ಅಚ್ಚು ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಪುರಾತನ ಸಂಸ್ಕೃತಿ, ನಾಗರಿಕತೆಗಳ ಮೇಲೆ ಏನಾದರೂ ಬೆಳಕು ಬೀರಬಹುದೇ ಎಂದು ಅನುಮಾನಿಸಿ ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. ಈ ಕಲ್ಪನೆ ಅವರಲ್ಲುಂಟಾಗಲು ಅವರಿಗಿದ್ದ ಸಂಸ್ಕೃತ ಜ್ಞಾನವೇ

ಪ್ರೇರಕವಾಯಿತು. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ನಾಣ್ಯಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ಅಚ್ಚುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಅಂದಿನ ಪ್ರಾಚೀನ ವಸ್ತು ಸಂಶೋಧಕರಾದ ಡಾ. ಕೆ. ಪಿ. ಜಯಸ್ವಾಲರೊಡನೆ ಚರ್ಚಿಸಿದಾಗ ಅವರೂ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ಪ್ರೇರೇಪಿಸಿದರು. ವಿದೇಶದ ತಜ್ಞರ ಸಲಹೆಯನ್ನೂ ಪಡೆದರು. ಪ್ರಾಚೀನ ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿ ರಾವ್ ಬಹದ್ದೂರ್ ಕೆ. ಎನ್. ದೀಕ್ಷಿತರನ್ನು ಕೊಕ್ರಕಾಟದ ಮಣ್ಣುದಿಬ್ಬಗಳನ್ನು ಪುನಃ ಅಗೆದು ಶೋಧಿಸಬೇಕೆಂದು ಒಪ್ಪಿಸಿದರು. ಇಂಡಿಯಾದ ಇತರೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯಗಳ ಅಚ್ಚುಗಳು ಸಿಕ್ಕಿರುವ ವಿಷಯವಾಗಿ ಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದಾಗ ಹತ್ತು ಪುರಾತನ ಪಟ್ಟಣಗಳಿದ್ದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಅಚ್ಚುಗಳು ದೊರೆತಿರುವುದು ತಿಳಿಯಿತು. ಅವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ತರಿಸಿಕೊಂಡು, ಕೊಕ್ರಕಾಟದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಅಚ್ಚಿಗೂ ಇತರೆಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕಿರುವ ಅಚ್ಚು ಗಳಿಗೂ ಇರುವ ಹೋಲಿಕೆ ಮತ್ತು ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಈ ಅಧ್ಯಯನದ ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಪುರಾತನ ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿದ್ದಿರ ಬಹುದಾದ ನಾಣ್ಯ ತಯಾರಿಕೆಯ ಅಚ್ಚಿನ ಮಾದರಿಯನ್ನು ರಚಿಸಿದರು. ನಾಣ್ಯ ಗಳ ಅಚ್ಚಿನ ಮಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಮಿಶ್ರಿತವಾದ ಸಸ್ಯದ ಚೂರುಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದುದಲ್ಲದೆ, ಶ್ರೀ ಹೆಚ್. ಜೆ. ಭಾಭಾರವರ ಮೂಲಕ ಅದನ್ನು 'ಕ್ಷ' ಕಿರಣಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಒಳ ಪಡಿಸಿದರು. ಈ ರೀತಿಯ ಅಧ್ಯಯನದಿಂದ ದೊರೆತ ಮಾಹಿತಿಗಳಿಂದ ಪುರಾತನ ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ನಾಣ್ಯಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ಯಂತ್ರಕೌಶಲ ಪರಿಚಯವಾದುದಲ್ಲದೆ, ಕೊಕ್ರಕಾಟದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಅಚ್ಚು ಬಹುಧಾನ್ಯಕ ಭಾಗವಾದ ಯೌಧೇಹ ಪ್ರಜಾ ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಸೇರಿದುದೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿದರು. ಬಹುಧಾನ್ಯಕದ ಯೌಧೇಹೀಯರ ವರ್ಣನೆ ಮಹಾಭಾರತದ ಸಭಾಪರ್ವದಲ್ಲಿ (ಸಭಾಪರ್ವ ಅಧ್ಯಾಯ, ೩೨, ೪, ೫) ಸಿಗುತ್ತದೆ. ಮಹಾಭಾರತದಲ್ಲಿನ ಇತಿಹಾಸ ಮತ್ತು ಆ ಕಾಲದ ದೇಶಗಳ ವರ್ಣ ನೆಗೆ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ವಿಷಯ ಸಪ್ರಮಾಣವಾಗಿದೆ. ಇತಿಹಾಸ ಜ್ಞರೂ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಚೀನ ಸಂಶೋಧಕರೂ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಈ ಪ್ರಕಟಣೆ ಯನ್ನು ಸ್ವಾಗತಿಸಿ ತಮ್ಮ ಅಪಾರ ಮೆಚ್ಚುಗೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದ್ದಾರೆ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸವನ್ನು ಮುಗಿಸಿ ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳಿದ ನಂತರವೂ ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಸತತವಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಸಲು ಅವರ ಗುರು ಪ್ರೊ. ಎ. ಸಿ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರ ಸ್ಫೂರ್ತಿಯುತ ಉತ್ತೇಜನವೇ ಪ್ರೇರಕ ವಾಗಿತ್ತು. ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳು ಆರ್ನಾಲ್ಡರಿಗೆ ಕಳು ಹಿಸಲ್ಪಟ್ಟಾಗ, ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರೇ ಅವುಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಲು ತಕ್ಕ ವರು ಎಂದು ತಿಳಿಸಿ, ಆ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ತಮ್ಮ ಶಿಷ್ಯನಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲ, ಇಂಡಿಯಾದಲ್ಲಿ ದೊರೆಯುವ ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಅವರೇ ಹಕ್ಕುದಾರರು ಎಂದು ಅಭಿಪ್ರಾಯಪಟ್ಟರು. ಅವರ ಈ ಹೇಳಿಕೆಗಳು ತಮ್ಮ

ಶಿಷ್ಯನಲ್ಲಿ ಕಂಡ ಮೇಧಾಶಕ್ತಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದೃಷ್ಟಿ, ಅವಲೋಕನಾಶಕ್ತಿ, ವಿಚಾರಪೂರಿತ ವಿಷಯನಿರೂಪಣಾ ಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ತರ್ಕಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಾಕ್ಷಿಗಳಾಗಿವೆ. ಪ್ರೊ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರ ಸಲಹೆಯಂತೆ ಈ ದೇಶದ ಭೂಗರ್ಭ ಇಲಾಖೆಗೂ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರಿಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವೇರ್ಪಟ್ಟು, ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತೇಜನ ದೊರೆಯಿತು. ಅವರ ನಿರಂತರ ಪ್ರಯತ್ನದ ಫಲವಾಗಿ ಲಕ್ನೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗ ನಷ್ಟಸಸ್ಯಜೀವಿಗಳ ಮತ್ತು ಹಾಲಿ ಇರುವ ಸಸ್ಯಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖವಾದ ಕೇಂದ್ರವಾಯಿತು.

ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಯನ್ನು ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು ಪ್ರಶಂಸಿಸಿ ೧೯೨೯ರಲ್ಲಿ ಎಸ್.ಸಿ.ಡಿ. ಪದವಿಯನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಗೌರವಿಸಿದರು. ಈ ರೀತಿ ಗೌರವಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರೇ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲಿಗರು. ಲಂಡನ್ನಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯವರು ಅವರನ್ನು ತಮ್ಮ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಇಂಡಿಯಾ ದೇಶದ ಸಸ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯತ್ವ ದೊರಕಿಸಿಕೊಂಡವರಲ್ಲಿ ಇವರೇ ಮೊದಲಿಗರು. ೧೯೩೦ ಮತ್ತು ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ೫ ಮತ್ತು ೬ನೆಯ ಅಂತರ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ಸಿನ ಉಪಾಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟರು. ೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಇಂಡಿಯಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ಸಿನ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿದ್ದರು. ೧೯೩೭ ರಿಂದ ೧೯೩೯ರ ವರೆಗೆ, ೧೯೪೩ ರಿಂದ ೪೪ರ ವರೆಗೆ ಈ ದೇಶದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಕ್ಯಾಡಮಿಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ ಕಾರ್ಯ ನಿರ್ವಹಿಸಿದರು. ಅಮೆರಿಕಾ ದೇಶದ ಕಲೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಕ್ಯಾಡಮಿಯ ಗೌರವ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ೧೯೪೪ರಲ್ಲಿ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟರು. ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ ಸ್ಟಾಕ್ಹೋಮಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯಬೇಕಾಗಿದ್ದ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಅವರ ಅಕಾಲ ಮರಣದಿಂದ ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವ ಸುಯೋಗವೂ, ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಅವರಿಂದೊದಗಬಹುದಾಗಿದ್ದ ಪ್ರಯೋಜನಗಳೂ ತಪ್ಪಿದುವು.

ತಾವು ಸ್ವಂತ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದರೂ ೧೯೩೩ರ ವರೆಗೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ಮಾರ್ಗದರ್ಶನದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಲು ಯಾವ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನೂ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದ ವಿಷಯ ಕುತೂಹಲಕರವಾದುದು. ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಸಂಶೋಧನೆ ಮಾಡಲು ಸಲಹೆಯೀಯುತ್ತಿದ್ದರು. ತಾವೇ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ತೀವ್ರವಾಗಿ ನಿರತರಾಗಿದ್ದುದರಿಂದ ಕಾಲಾವಕಾಶವಿಲ್ಲದೆ ಹೀಗೆ ಮಾಡಿರಬಹುದೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ೧೯೩೩ರ ತರುವಾಯ ಆರಿಸಿಕೊಂಡ ಅವರ ಶಿಷ್ಯರಲ್ಲಿ ೧೬ ಜನರು ಡಾಕ್ಟರೇಟ್ ಪದವಿ ಪಡೆದರು. ಅವರಲ್ಲಿ ಐವರು ಡಿ.ಎಸ್.ಸಿ. ಪದವೀಧರರು. ಉಳಿದವರು ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವೀಧರರು. ಕೆಲವರು ಹಾಲಿ ಇರುವ ಸಸ್ಯಗಳ ಆಕೃತಿ, ರೂಪರಚನೆಯ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಮೂಲ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಮೇಲೂ

ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಈ ದೇಶದಿಂದ ಪರದೇಶಗಳಿಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವುದು ಅವರಿಗೆ ಹಿಡಿಸುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ದೇಶದಲ್ಲಿ ದೊರೆತ ವಸ್ತುಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ಈ ದೇಶದಲ್ಲೇ ಆಗಬೇಕೆಂಬ ಉತ್ಕಟೇಚ್ಛೆ ಅವರದು. ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಲ್ಲಿಡಲು ಕಾಣಿಕೆಗಳಾಗಿ ಕಳುಹಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅವರ ಅಡ್ಡಿ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಮ್ಯೂಸಿಯಂನಲ್ಲಿಟ್ಟಿದ್ದ ಇಂಡಿಯಾದ ಅನೇಕ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹಿಂದಕ್ಕೆ ತರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸತತ ಪ್ರಯತ್ನಪಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಅವರು ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಬೇಕಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಯಾರ ಸಹಾಯವೂ ಇಲ್ಲದೆ ತಾವೇ ಖುದ್ದು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಉತ್ತರ ಪ್ರದೇಶದ ಸರ್ಕಾರವು ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳನಂತರ ವಸ್ತುಗಳ ತೆಳುಪದರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಲು ಸಹಾಯಕವಾದ ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಕೊಳ್ಳಲು ಅವರಿಗೆ ೪,೦೦೦ ರೂಪಾಯಿಗಳ ಸಹಾಯವನ್ನು ನೀಡಿತು. ಆ ವೇಳೆಗಾಗಲೇ ಅವರು ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಸಂಶೋಧಕರೆಂದು ಖ್ಯಾತಿ ಗಳಿಸಿದ್ದರು. ಯಂತ್ರದ ಸೌಕರ್ಯದಿಂದ ಕಡಮೆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಕೆಲಸಮಾಡಲು ಅನುಕೂಲವಾಯಿತು.

ತಮ್ಮಲ್ಲಿಗೆ ಬಂದ ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ಅವರು ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಯಾವ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಾದರೂ ಶೋಧನೆ ನಡೆಸಲು, ಅಭಿರುಚಿ ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದರಲ್ಲದೆ ತಮ್ಮಿಂದಾಗಬೇಕಾದ ಎಲ್ಲಾ ಸಹಾಯ ಸೌಕರ್ಯಗಳನ್ನೂ ಒದಗಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯೂ ಸಂಶೋಧನಾಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬ ಹಂಬಲ ಅವರದು. ತಮ್ಮ ಶಿಷ್ಯರಿಗೆ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಆರಿಸಿಕೊಟ್ಟು ಅವರ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಲ್ಲಿ ಸದಾ ಗಮನವಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ದುಡಿಯುವುದು, ತರ್ಕಶಕ್ತಿ, ವಿಷಯನಿರೂಪಣಾಶಕ್ತಿ ಮತ್ತು ಸೂಕ್ಷ್ಮದೃಷ್ಟಿಗಳನ್ನು ಶಿಷ್ಯರು ಬೆಳೆಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಅವರು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಕಷ್ಟಪಟ್ಟು ದುಡಿದರೆ ಯಾರೂ ಸಾಯುವುದಿಲ್ಲ ಎಂದು ಒತ್ತಿ ಒತ್ತಿ ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿಷಯ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಯಲ್ಲಿ ಬಳಸುವ ಭಾಷೆ ಪಂಡಿತ ಭಾಷೆಯಾಗಿರದೆ ಸರಳ ಭಾಷೆಯಾಗಿರಬೇಕು, ತಿಳಿಸಬೇಕಾದ ವಿಷಯವನ್ನು ನೇರವಾಗಿ ತಿಳಿಸಬೇಕು ಎಂದು ಶಿಷ್ಯರಿಗೆ ಉಪದೇಶಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ತಾವು ಆರಿಸಿಕೊಂಡ ವಿಷಯ ಕಷ್ಟವಾಗಿ ಕಂಡು ಯಾರಾದರೂ ಸಂಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಹಿಂದುಳಿದರೆ, ಅಂತಹವರಿಗೆ ಬೇರೆ ಸಮಸ್ಯೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಉತ್ತೇಜನ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಜರ್ಮನ್ ಭಾಷೆಯ ಜ್ಞಾನ ಆವಶ್ಯಕವಾದುದೆಂದು ಅರಿತು, ಅವರಿಗೆ ಜರ್ಮನ್ ಭಾಷೆಯನ್ನೂ ಕಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ತಮ್ಮ ಶಿಷ್ಯರ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು ಇತರ ಸಂಶೋಧಕರಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರವಾಗುವಂತೆ ಸಹಾಯವೀಯುತ್ತಿದ್ದರಲ್ಲದೆ, ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಭೆ, ಮತ್ತಿತರ ಕೂಟಗಳಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಾಗುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಕಡೆ ಎಲ್ಲರ ಗಮನವನ್ನೂ ಸೆಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ದೇಶದ ಯಾವ ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರೂ ತಮ್ಮ ಸಹಾಯ ಬೇಕಾಗಿದ್ದರೆ ನಿರ್ವಂಚನೆಯಿಂದ ನೆರವು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಸಸ್ಯಾವಶೇಷಗಳ ಮೇಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಆವಶ್ಯಕವೆಂದು ಅರಿತು, ಲಕ್ನೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಖೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಅವರು ಪ್ರಯತ್ನಪಟ್ಟರು. ಅವರ ಪ್ರಯತ್ನದಿಂದ ೧೯೪೩ರಲ್ಲಿ ಈ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರೇ ಅದರ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿಯಾಗಿ ಈ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಪುರಾತನ ನಷ್ಟಜೀವಿಗಳು, ಭೂಪದರ ವಿಷಯ ಗಳಲ್ಲಿ ಉಪನ್ಯಾಸ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಎಮ್.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಪುರಾತನ ನಷ್ಟಜೀವಿಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನಪತ್ರಿಕೆಯನ್ನು ಜಾರಿಗೆ ತಂದರು. ಈ ಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ಸಂಶೋಧ ನೆಗೆ ತಾವು ಆರಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿದ್ದರು.

೧೯೩೩ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಲಕ್ನೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದ ಡೀನ್ ಆಗಿ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟರು. ಅಲ್ಲಿಂದ ತಮ್ಮ ಕೊನೆಯುಸಿರಿರುವವರೆಗೂ ಡೀನ್ ಆಗಿ ಕೆಲಸಮಾಡಿದರು. ಡೀನ್ ಪದವಿಗೆ ದೊರೆತ ಸಂಭಾವನೆಯನ್ನೆಲ್ಲಾ ಕೊಡುಗೆ ಯಾಗಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಕ್ಕೇ ಕೊಟ್ಟು, ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಆದಾಯದಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ತಂದೆಯವರ ನಾಮಾಂಕಿತದಲ್ಲಿ ಎಮ್.ಎಸ್‌ಸಿ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾ ಪ್ರತಿಭೆಯನ್ನು ಪ್ರದರ್ಶಿಸಿದವರಿಗೆ ಪಾರಿತೋಷಕ ಕೊಡಲು ಏರ್ಪಡಿಸಿದರು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಇಪ್ಪತ್ತೆಂಟು ವರ್ಷ ಲಕ್ನೊ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಸ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದರು. ತಮ್ಮ ಅಧಿಕಾರಾವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗವನ್ನು ದೇಶದ ಉತ್ತಮ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಇಲಾಖೆಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಲು ಶ್ರಮಿಸಿದರು. ಪ್ರಾಚೀನ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿ ಪರದೇಶದ ವಿಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಗಮನವನ್ನು ಸೆಳೆದರು. ಅವರು ಸಲ್ಲಿಸಿದ ಸೇವೆ ಅಪಾರ ಮತ್ತು ಬಹುಮುಖವುಳ್ಳದ್ದು. ಇಂಡಿಯಾದ ಯಾವ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನಿಯೂ ಇಲ್ಲಿಯವರೆಗೆ ಅವರಷ್ಟು ಕೆಲಸಮಾಡಿಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ತಪ್ಪಾಗಲಾರದು.

ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದರೂ, ಅವರು ಅನೇಕ ಆಟಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಧಿಕಾರದಲ್ಲಿದ್ದಾಗಲೂ ಅವರು ಆಟಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸು ತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರು ಒಳ್ಳೆಯ ಹಾಕಿ ಮತ್ತು ಟೆನ್ನಿಸ್ ಆಟಗಾರರು, ಚದುರಂಗದಲ್ಲಿ ನಿಪುಣರು. ಕೆಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ವಿವಿಧ ವೇಷ ಸ್ಪರ್ಧೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧುವಿನ ಪಾತ್ರ ಅಭಿನಯಿಸಿದ್ದರಂತೆ. ಈ ಪಾತ್ರ ತಾವು ಸಾಧುವಾಗಬೇಕೆಂಬ ಅವರ ಹೃದಯದಲ್ಲಿನ ಆಸೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತಿತ್ತು ಎಂದು ಅವರ ಅಣ್ಣಂದಿರು ಒಂಪೆಡೆ ಹೇಳಿದ್ದಾರೆ. ತಮಾಷೆಯಾಗಿ ಮಾತಾಡುವುದರಲ್ಲೂ ನಕ್ಕು ನಗಿಸು ವುದರಲ್ಲೂ ಅವರು ಯಾರಿಗೂ ಕಡಿಮೆ ಇರಲಿಲ್ಲ.

ಬಾಲ್ಯದಿಂದಲೂ ಧೈರ್ಯ ಮತ್ತು ಸಾಹಸದ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಅತಿ ಉತ್ಸಾಹ. ಹಿಮಾಲಯ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಾಡುವುದೆಂದರೆ ಅವರಿಗೆ

ಬಹು ಆನಂದ. ಆ ಬೆಟ್ಟಗಳ ಹಿಮುಗೆಡ್ಡೆಗಳ ಮೇಲೆ ಬೆಳೆಯುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ ಪ್ರೊ. ಆರ್ನಾಲ್ಡರಿಗೆ ಕಳುಹಿಸಿದಾಗ ಅವರು ತಮ್ಮ ಶಿಷ್ಯನ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ಮೆಚ್ಚಿ ಸಂತೋಷಪಟ್ಟರು. ೧೯೦೭ರಿಂದ ೧೯೧೧ರ ವರೆಗೆ ಲಾಹೋರು ಕಾಲೇಜಿನ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗ ಹಿಮಾಲಯದ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಾಡಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ ಹಲವಾರು ಸಸ್ಯಗಳು ಈಗಲೂ ಲಂಡನ್ನಿನ ಕ್ಯೂ ಉದ್ಯಾನವನದ (Kew garden) ಸಸ್ಯ ಸಂಗ್ರಹಾಲಯದಲ್ಲಿವೆ. ಪ್ರೊ. ಕಶ್ಯಪರೊಡನೆ ೧೯೨೦ರಲ್ಲಿ ಪಠಾನ ಕೋಟೆಯಿಂದ ಲೇವರೆಗೂ ಕಾಶ್ಮೀರದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸುತ್ತಾಡಿ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದರು. ೧೯೨೩ರಿಂದ ೧೯೪೪ರ ವರೆಗೆ ತಮ್ಮ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ನೆರವಾಗುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಲು ಹಿಮಾಲಯ ಬೆಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಅಲೆದಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಎಡರುಗಳಿಗೆ ಸಿಕ್ಕಿದರೂ ಅಧೈರ್ಯಪಡಲಿಲ್ಲ. ಈ ತಿರುಗಾಟದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಗಳ ಸಂಗ್ರಹ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಯನದ ಅಪಾರತೆ ಅವರಿಗೆ ಅರಿವಾಯಿತು. ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ಜ್ಞಾನ ಹೆಚ್ಚಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಸಸ್ಯಗಳ ಹುಟ್ಟು, ವ್ಯಾಪ್ತಿ, ನಷ್ಟ ಮತ್ತು ಭೂಖಂಡಗಳ ಮತ್ತು ಸಾಗರಗಳ ಹುಟ್ಟು, ಬದಲಾವಣೆಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಅವರ ಜ್ಞಾನ ಹೆಚ್ಚಿತು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗಲೂ, ಅನಂತರವೂ ತಮ್ಮ ಅಭಿಪ್ರಾಯವನ್ನು ಹೇಳಲು ಅಂಜಿದವರಲ್ಲ ಮತ್ತು ಹಿಂಜರಿದವರಲ್ಲ. ತಮ್ಮ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಹಾನಿಯೆಂದು ತಿಳಿದರೂ ಸತ್ಯ, ನ್ಯಾಯಗಳಿಗೆ ಹೇಗೆ ಹೋರಾಡುತ್ತಿದ್ದರು ಎಂದು ತೋರಿಸುವ ಒಂದ ಘಟನೆ ಲಾಹೋರು ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ಅವರು ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕುಳಿತ ವರ್ಷ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಶ್ನಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೆಲ್ಲವೂ ಹಿಂದಿನ ವರ್ಷದ ಪ್ರಶ್ನಪತ್ರಿಕೆಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೇ ಆಗಿದ್ದುವು. ಈರೀತಿ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಪುನರಾವರ್ತಿಸುವುದು ತಪ್ಪೆಂದೂ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಜ್ಞಾನವನ್ನು ಅಳೆಯಲು ಈ ಮಾರ್ಗ ಅಸಾಧುವಾದುದೆಂದೂ ಅವರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಖಚಿತವಾಯಿತು. ತಕ್ಷಣವೇ, ಎಲ್ಲ ಪ್ರಶ್ನೆಗಳಿಗೂ ಉತ್ತರ ಬರೆಯಲು ಗೊತ್ತಿದ್ದರೂ, ಉತ್ತರ ಬರೆಯದೆ, ಉತ್ತರ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ವಾಪಸ್ಸುಮಾಡಿ ಹೊರಬಂದರು. ಪರೀಕ್ಷೆಯ ಕೊಠಡಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು ಎಷ್ಟು ಕೇಳಿಕೊಂಡರೂ ಅವರ ಮಾತನ್ನು ಕೇಳಲಿಲ್ಲ. ಪರೀಕ್ಷೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾದ ಅರ್ಧ ಗಂಟೆಯೊಳಗೆ ಮಗನು ಮನೆಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿದುದನ್ನು ಕಂಡು ತಂದೆ ತಾಯಿಗಳಿಗೆ ಗಾಬರಿಯಾಯಿತು. ಮಗನ ಕೃತ್ಯಕ್ಕೆ ನಗಬೇಕೋ ಸಿಟ್ಟಾಗಬೇಕೋ ಗೊತ್ತಾಗಲಿಲ್ಲ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ ಮರು ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡುವ ನಿಯಮವಿರಲಿಲ್ಲ. ಸಾನಿಯವರ ಪ್ರಶ್ನೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಸಿಂಡಿಕೇಟ್ ಸಭೆಯಲ್ಲಿ ಚರ್ಚೆಗೆ ಬಂದಾಗ ಪರೀಕ್ಷಕರದೇ ತಪ್ಪೆಂದು ತೀರ್ಮಾನವಾಯಿತು. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದವರು ಆ ವರ್ಷ ಅವರಿಗಾಗಿ ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಬೇಕಾಯಿತು. ತನಗೆ

ಸರಿಯೆಂದು ತೋರಿದುದನ್ನು ಮಾಡಲು ಅವರು ಹಿಂಜರಿಯುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲವೆಂಬುದು ಇದರಿಂದ ಖಚಿತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಹಿಂದೂಮತದ ಅಭಿಮಾನಿಗಳಾದರೂ ಅಂಥ ಮತಾಭಿಮಾನಿಗಳಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಜಾತಿಮತ ಭೇದಭಾವನೆಯಿಲ್ಲದೆ, ಸಮಾಜದಲ್ಲಿ ಮೇಲು ಕೀಳು ಎಂಬ ಭಾವನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಸಹಾಯಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಒಂದುಸಾರಿ ಕಾಡುಮೃಗಗಳಿದ್ದ ಹಿಮಾಲಯದ ಕಾಡಿನಲ್ಲಿ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಕತ್ತಲಾಯಿತು. ಸಾಮಾನು ಹೊತ್ತು ತರುತ್ತಿದ್ದ ಜನ ಬರಲಿಲ್ಲ. ಅವರಿಗೇನಾದರೂ ತೊಂದರೆಯಾಗಿರಬಹುದೆಂಬ ಚಿಂತೆ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬಂದಕೂಡಲೇ ತಮ್ಮ ತಂದೆಯವರಿಂದ ದೊಣ್ಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲೇ ಹಿಂದೆಹೋಗಿ ಆ ಜನರನ್ನು ಕರೆದುಕೊಂಡು ಬಂದರು. ಬಡವರಮೇಲಿನ ಅವರ ಅನುಕಂಪ ಇದರಿಂದ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಅವರಿಗೆ ಯಾವ ಕೆಲಸವೂ ಕೀಳಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಸಹಾಯಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ವ್ಯಕ್ತಿಯ ಸ್ಥಾನಮಾನಗಳನ್ನು ಅವರು ಎಂದೂ ಗಮನಿಸಿದವರಲ್ಲ.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಆದರ್ಶ ಮೇಲಧಿಕಾರಿಗಳು. ಅವರ ಕೆಳಗಿನ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಅವರಲ್ಲಿ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದೇ ಒಂದು ಆನಂದ. ಪ್ರಾಮಾಣಿಕತೆಯ, ಕಷ್ಟದ ದುಡಿಮೆಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಅವರ ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಇತ್ತು. ಈ ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಅವರ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳಿಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ಮತ್ತು ಉತ್ತೇಜನಕರವಾಗಿತ್ತು. ಅಧಿಕಾರ ದರ್ಪವನ್ನು ಅವರು ಎಂದೂ ತೋರಿದವರಲ್ಲ, ಯಾರ ವಿಷಯದಲ್ಲೂ ಗೊಣಗಿದವರಲ್ಲ. ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಕ್ಕ ಗೌರವವಿತ್ತು ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ವರ್ತಿಸಲು ಅವಕಾಶವಿತ್ತಿದ್ದರು. ಕೆಲಸ ಬಿದ್ದಲ್ಲಿ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳನ್ನು ತಮ್ಮಲ್ಲಿಗೆ ಕರೆಸಿಕೊಳ್ಳದೆ ತಾವೇ ಅವರಿದ್ದಲ್ಲಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರು.

ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದಾಗಲೇ, ಸ್ವದೇಶಕ್ಕೆ ಮರಳಿದನಂತರ ನಷ್ಟಸಸ್ಯಜೀವಿಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಒಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕೆಂದು ಮನಸ್ಸುಮಾಡಿದ್ದರು. ಅದನ್ನೇ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಕೊಂಡು ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ತಾವು ಆರ್ಜಿಸಿದ ಧನವನ್ನೆಲ್ಲಾ ವಿನಿಯೋಗಿಸಿದರು. ೧೯೪೬ರಲ್ಲಿ ಲಕ್ನೊ ನಗರದಲ್ಲಿ ನಷ್ಟ ಸಸ್ಯಜೀವಿ ಸಂಶೋಧನಾಸಂಸ್ಥೆ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಹೊಸ ಕಟ್ಟಡದ ಶಂಕುಸ್ಥಾಪನೆಯನ್ನು ಪ್ರಧಾನಿ ಜವಾಹರಲಾಲರೇ ತಮ್ಮ ಅಮೃತ ಹಸ್ತದಿಂದ ನೆರವೇರಿಸಿದರು. ಈ ಸಮಾರಂಭಕ್ಕೆ ದೇಶ ಹೊರದೇಶಗಳಿಂದ ಖ್ಯಾತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಬಂದಿದ್ದರು. ಕಟ್ಟಡದ ಶಂಕುಸ್ಥಾಪನೆಯಾಯಿತು ; ಆದರೆ ದೈವವು ಅದನ್ನು ಪೂರ್ಣಗೊಳಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆಯ ವ್ಯವಸ್ಥೆಮಾಡಲು ಅವರನ್ನು ಇರಗೊಡಲಿಲ್ಲ. ಶಂಕುಸ್ಥಾಪನೆಯಾದ ೬ ದಿನಗಳಲ್ಲೇ, ಅಂದರೆ ೧೯೪೯ರ ಏಪ್ರಿಲ್ ತಾರೀಖು ೯–೧೦ರ ಮಧ್ಯರಾತ್ರಿ ಅವರು ಈ ಪ್ರಪಂಚದಿಂದ

ಕಣ್ಮರೆಯಾದರು. ಅವರ ಪಾರ್ಥಿವ ಶರೀರವನ್ನು ಅವರು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿಯೇ ಸಮಾಧಿಮಾಡಲಾಯಿತು. ಅವರು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಅವರ ನಾಮಾಂಕಿತವಲ್ಲಿದ್ದು, ಅವರ ಶಿಷ್ಯರನೇಕರು ಅವರ ಮೇಲ್ಪಂಕ್ತಿಯನ್ನನುಸರಿಸಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಅವರ ಸಮಾಧಿ ಪ್ರೊ. ಸಾನಿಯವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದ ಕುರುಹಾಗಿ ಆ ಸಂಸ್ಥೆಗೆ ಬರುವ ಸಂಶೋಧಕರಲ್ಲಿ ಸ್ಫೂರ್ತಿ ತುಂಬುತ್ತಿದೆ.



ಡಾ. ಬೀರಬಲ್ ಸಾಹನಿ (1891–1949)



ಡಾ. ಹೋಮಿ ಜೆ. ಭಾಭಾ (1909 1966)

ಡಾ|| ಎಸ್. ಎಸ್. ಸತ್ಯಮೂರ್ತಿ

ಡಾ. ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ

ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಮಾನವನ ಪ್ರಗತಿಗಾಗಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ವಿಶಿಷ್ಟ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಮಹತ್ತರವಾದ ಅಂಶದಾನ ಮಾಡಿರುವ ಮಹಾಪುರುಷರ ಕೆಲವಾರು ದೃಷ್ಟಾಂತ ಗಳಿವೆ. ಪ್ಲೇಟೋ, ಅರಿಸ್ಟಾಟಲ್ ಅವರ ಜ್ಞಾನಕೌಶಲ್ಯ; ಷೇಕ್ಸ್‌ಪಿಯರ್, ಕಾಳಿದಾಸರ ವರದತ್ತ ಕಲ್ಪನಾಚಾತುರ್ಯ; ಗೆಲಿಲಿಯೋ, ನ್ಯೂಟನ್, ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಅವರ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರತಿಭೆ—ಇವು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯಗಳೇ. ಮೊತ್ಸಾರ್ಟ್, ಬೆಟೋವೆನ್, ಹಾಗೂ ನಮ್ಮದೇ ನಾಡಿನ ತ್ಯಾಗರಾಜ, ತಾನ್‌ಸೇನರ ಗುಣಗಾನವನ್ನೂ ನಾವು ಹಾಡಿದ್ದೇವೆ. ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಚಿತ್ರಕಾರರಾದ ಮೈಕಲೇಂಜೆಲೊ, ರೆಂಬ್ರಾಂಟ್, ಪಿಕಾಸೊ ಅವರ ಕುಂಚದಿಂದ ಬಂದ ಬಣ್ಣಗಳ ಬೆಡಗು ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಎಂದೆಂದೂ ಔತಣ ಸವಿದಹಾಗೆ. ಆದರೆ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಜಾಣ್ಮೆ, ಕಲೆಯಲ್ಲಿ ಕುಶಲತೆ, ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಭೆ, ಸಂಗೀತದಲ್ಲಿ ಅಭಿರುಚಿ, ದೇಶದ ಬಗ್ಗೆ ಅಪಾರವಾದ ಭಕ್ತಿ, ನಾಡಿನ ಜನರಲ್ಲಿ ಅಭಿಮಾನ, ಜನತೆಗಾಗಿ ಅನುಕಂಪ—ಎಲ್ಲವನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವ ಮಹಾ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಅತಿ ವಿರಳ. ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಇಂತಹ ಒಬ್ಬ ವ್ಯಕ್ತಿ. ಅವರ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ಪರಿಪೂರ್ಣ ವಾದದ್ದು. ಬಹುಶಃ ಲಿಯೊನಾರ್ಡೊ ಡಾವಿಂಚಿಯೊಡನೆ ಸಾಮ್ಯ ಸಮಂಜಸವೋ ಏನೋ. ನಾವು ಅವರ ಸಮಕಾಲೀನರಾದ್ದರಿಂದ ಅವರು ಎಂತಹ ಅಮಾನುಷ ವ್ಯಕ್ತಿ ಎಂಬುದನ್ನೂ, ಅವರು ಕೈಗೊಂಡ ಉದ್ಯಮದ ಮಹತ್ವ ಎಂತಹದು, ಅಲ್ಲದೆ ಅದರ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಎಷ್ಟು ವ್ಯಾಪಕ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಅರಿತುಕೊಳ್ಳುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪ ದಿನಗಳು ಉರುಳಬೇಕು.

ಆಧುನಿಕ ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನ ನಿರ್ಮಾಪಕರನ್ನು ಕುರಿತ ಲೇಖನಗಳ ಸರಣಿ ಯಲ್ಲಿ ಈ ಲೇಖನವೂ ಒಂದು. ಆದರೆ ಭಾರತಕ್ಕೆ ರತ್ನಪ್ರಾಯರಾಗಿದ್ದ ಭಾಭಾ ರವರನ್ನು ಈ ಸಂಕುಚಿತ ಎಲ್ಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಬಣ್ಣಿಸುವುದು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಷ್ಟವೇ. ಅವರ ಜೀವನದ ಉದ್ಯಮದ ಪರಿಣಾಮಗಳು ಭಾರತದ ಭವಿಷ್ಯದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ರೂಪಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಹೋಮಿ ಭಾಭಾರವರ ಜೀವನದ ಕಥೆ

ಸ್ವತಂತ್ರಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸ ಅಲ್ಲ, ಇಡೀ ೨೦ನೇ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಇತಿಹಾಸವೆಂದರೆ ಅತಿಶಯೋಕ್ತಿ ಅಲ್ಲ.

ಭಾಭಾರವರ ಬಗ್ಗೆ ಯೋಚಿಸಿದಾಗೆಲ್ಲಾ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಇತಿಹಾಸದ ಹಲವಾರು ಮಹಾ ವ್ಯಕ್ತಿಗಳೊಡನೆ ಇದ್ದ ಗುಣಸಾಮ್ಯ ನೆನಪಾಗುತ್ತದೆ. ಅವರಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸಾರ್ವಭೌಮರ ದರ್ಪ, ಕೆನೆಡಿಯರ ಲಾವಣ್ಯ ವೈಖರಿ, ನೆಹ್ರೂ ಅವರ ಆಳವಾದ ದೇಶಾಭಿಮಾನ, ಚರ್ಚಿಲ್‌ರವರ ಅಹಂಭಾವ—ಇವೆಲ್ಲವೂ ಕಾಣಬರುತ್ತಿತ್ತು. ಅವರು ಕೇವಲ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ನವಭಾರತದ ಶಿಲ್ಪಿಗಳಲ್ಲೊಬ್ಬರು, ಒಬ್ಬ ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ಸಮಾಜ ತತ್ವಜ್ಞಾನಿ ; ಶ್ರೀಮತಿ ಇಂದಿರಾ ಗಾಂಧಿಯವರು ಹೇಳಿರುವಂತೆ ಅವರು ಭಾರತದ ಸಮಾಜ ಸುಧಾರಕ. ಹೋಮಿ ಭಾಭಾರವರು ಭವಿಷ್ಯದ ಮುನ್‌ದೃಷ್ಟಿ (Preview) ಪಡೆದವರಾಗಿದ್ದರು. ಆದರೆ ಅವರು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದ ಕನಸುಗಳಲ್ಲಿ ನಿಜಾಂಶ ಹೆಚ್ಚು. ಅವರು ಆಕಾಂಕ್ಷಾಪೂರ್ಣರಾಗಿದ್ದರು ; ಆದರೆ ಅವರ ಆಕಾಂಕ್ಷೆಗಳ ಹಿನ್ನೆಲೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧನೆಯ ನೆಚ್ಚಿಗೆಯಿತ್ತು. ಅವರು ಕೆಲಸದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕಠಿಣರಾದ ಮೇಲಾಳು ; ಆದರೆ ತಮ್ಮ ಕೆಲಸಗಾರರ ಬಗ್ಗೆ ಅವರಿಗೆ ಅಪರಿಮಿತ ವಾತ್ಸಲ್ಯ, ಹೆಮ್ಮೆ, ದಯೆ. ಅವರು ವೃತ್ತಿಯಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾದರೂ ಅಂತರಾಳದಲ್ಲಿ ಕಲೆಗಾರ, ಶಿಲ್ಪಿ, ಸಂಗೀತಗಾರ, ಸಂಗೀತಾಭಿಮಾನಿ. ಅವರು ಕೈಹಾಕಿದ ಕೆಲಸದಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ನಿರತರಾಗಿರುತ್ತಿದ್ದರು. ಕೆಲಸದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ದೃಷ್ಟಿಕೋನವನ್ನೂ ತಾವೇ ಸ್ವತಃ ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಹೋಮಿ ಭಾಭಾರವರ ಹೆಸರು ನೆನಪಿಗೆ ಬಂದಾಗಲೆಲ್ಲ ಒಡನೆಯೇ ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಉದ್ಯಮ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಭಾರತದ ಜನತೆಗೆ ಭಾಭಾ ಬಿಟ್ಟುಹೋದ ಆಸ್ತಿ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಇನ್ನೂ ಉದಾತ್ತವಾದದ್ದು : ಭಾರತದ ಜನತೆಗೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಫಲಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅರಿವು ಉಂಟುಮಾಡಿದ್ದು ; ನಮ್ಮನ್ನು ಉದ್ಯಮಶೀಲರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿ ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಆತ್ಮವಿಶ್ವಾಸದಿಂದ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಧೈರ್ಯ, ಭರವಸೆ ಉಂಟುಮಾಡಿದ್ದು. ಹೋಮಿ ಭಾಭಾರವರನ್ನು ಕೇವಲ ೫೬ ವರ್ಷದ ಪ್ರಾಯದಲ್ಲಿ ಮೃತ್ಯು ಕರೆದೊಯ್ದಾಗ ಅವರ ಕೆಲಸಗಳಿನ್ನೂ ಪೂರೈಸಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವರು ಬದುಕಿದ್ದಿದ್ದರೆ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಅವರು ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ವಿಧಗಳಲ್ಲಿ, ಅನೇಕ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಅವರ ಪ್ರಜ್ವಲಜೀವನ ನಮ್ಮ ಮಧ್ಯೆ ಆದರ್ಶಪ್ರಾಯವಾಗಿದ್ದು ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಧೈರ್ಯಯುತ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವ ಹಂಬಲ ಹುಟ್ಟಿಸಿದೆ. ಅವರು ತರಪೇತುಮಾಡಿ ಬಿಟ್ಟುಹೋಗಿರುವ ತರುಣ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಹಾಗೂ ಇಂಜಿನಿಯರುಗಳ ತಂಡಗಳು ಅವರು ಉದ್ದೇಶಿಸಿದ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

ಆದರೆ ಭಾಭಾರವರ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಅವರ ನೈಜಮಹಿಮೆ (intrinsic great-

ness) ಒಂದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಇನ್ನೊಂದು ಮೂಲಭೂತ ಕಾರಣವಿತ್ತೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಬಾರದು. ಅವರಿಗೆ ಜವಹರ್‌ಲಾಲ್ ನೆಹರೂ ಅವರು ಕೊಟ್ಟ ಬೆಂಬಲ, ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ, ಹಾಗೂ ನೆಹರೂ ಭಾಭಾರವರಿಬ್ಬರೂ ಭಾರತದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಬರುವ ವೇಳೆಗೆ ಸರಿಯಾಗಿ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿದ ಸಮಯ ಸಿದ್ಧಿ; ಭಾಭಾ ಅವರ ಪ್ರೌಢಿಮೆ, ಕರ್ಮಶೂರತೆಗಳನ್ನು ಅರಿತು ನೆಹರೂರವರು ಅವರಲ್ಲಿಟ್ಟ ವಿಶ್ವಾಸ, ಅವರಿಗೆ ಕೊಟ್ಟ ಕಾರ್ಯಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ—ಇವು ಅವರ ಯಶಸ್ಸಿಗೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿದ್ದುವು. "ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಮಾತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ದೇಶದ ಪ್ರಜೆಗಳನ್ನೇ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಇವರಿಬ್ಬರೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತಿದ್ದರು" ಎಂದು ಯುಕ್ತವಾಗಿ ನುಡಿದಿದ್ದಾರೆ, ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕಮಿಷನ್ನಿನ ಪ್ರಸ್ತುತ ಅಧ್ಯಕ್ಷ, ಡಾ. ವಿಕ್ರಮ್ ಸಾರಾಭಾಯ್ ಅವರು. ಭಾಭಾ, ನೆಹರೂ, ಇಬ್ಬರೂ ತಮ್ಮ ಜೀವನಾದ್ಯಂತ ಭಾರತದ ಉನ್ನತಿ, ಏಳಿಗೆಗಾಗಿ ತಮ್ಮದೇ ಆದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹಗಲು ರಾತ್ರಿ ದುಡಿದರು. ಭಾಭಾರವರ ಪ್ರಕಾರ ಭಾರತದ ಜನತೆ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ರಮಗಳನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸುವುದೇ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಆವಶ್ಯಕತೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಶಾಂತಿಯುತ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಅದನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿದ ಉದ್ಯಮಗಳ ಅರಿವನ್ನು ಪ್ರತಿಯೊಬ್ಬ ಭಾರತೀಯನಿಗೂ ಉಂಟುಮಾಡುವ ಉಪಾಯವನ್ನು ಕಂಡರು ಡಾ. ಭಾಭಾ. ಒಂದು ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಹೇಳಬಹುದಾದರೆ, ಅವರು ಆಧುನಿಕ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಒಂದು ಹೊಸ ಧರ್ಮದ ದಾರಿಯನ್ನೇ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಆ ಧರ್ಮದ ಮೂಲತತ್ವಗಳು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪದ್ಧತಿಗಳ ಅರಿವು, ಅಭ್ಯಾಸ, ಆಚರಣೆ. ಅವರು ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಕಾಲ ಜೀವಿಸಿದ್ದರೆ ದೇಶವು ಅವರ ವಿವಿಧ ಕುಶಲತೆಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮಹತ್ತರವಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿತ್ತೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಅನುಮಾನವಿಲ್ಲ.

ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಈಗಿನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಶ್ಲಾಘನೀಯವಾದದ್ದು ಮತ್ತು ಭಾಭಾ ಅವರ ಪ್ರತಿಭೆಗೆ ಅದೊಂದು ಜೀವಂತ ಸಾಕ್ಷಿಯಾಗಿದೆ. ಪ್ರಪಂಚದ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡ ದೇಶಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ಭಾರತ ತನ್ನ ೫೦ ಕೋಟಿ ಪ್ರಜೆಗಳನ್ನು ಸಾಕಿ ಸಲಹಿ, ಅದರ ಮೇಲೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತಿದೊಡ್ಡ ಒಂದು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕೇಂದ್ರವನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿರುವುದು ಕೌತುಕವೇ ಸರಿ. ಬೊಂಬಾಯಿಯ ಸಮುದ್ರತೀರದಲ್ಲಿ, ತ್ರಿಮೂರ್ತಿವಿಗ್ರಹವುಳ್ಳ ಎಲಿಫಾಂಟಾ ದ್ವೀಪಕ್ಕೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ, ಹಸಿರುಬೆಟ್ಟದ ತಪ್ಪಲ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿರುವ "ಭಾಭಾ ಅಟಾಮಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸೆಂಟರ್" (ಪ್ರಧಾನಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಇಂದಿರಾ ಗಾಂಧಿಯವರಿಂದ ಕಳೆದವರ್ಷ ಆದ ನಾಮಾಂಕಿತ) ಚಟುವಟಿಕೆಯಿಂದ ಗುಂಯ್‌ಗುಟ್ಟುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಜೇನುಗೂಡೇ ಸರಿ. ಭಾರತದ ನಾನಾ ಕಡೆ

ಗಳಿಂದ ಬಂದಿರುವ ಸುಮಾರು ೧೦,೦೦೦ ಮಂದಿ ಯುವಕರು ಪರಮಾಣು ಶಕ್ತಿಯ ವಿವಿಧ ರೂಪಗಳ ಬಗ್ಗೆ ರೋಮಾಂಚಕರ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲವರು ಪರಮಾಣುವಿನ ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಗೂಢತತ್ವಗಳನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಕಣವನ್ನೇ ಒಂದು ಅಸ್ತ್ರವನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಘನವಸ್ತುಗಳ ರಚನೆಯ ರಹಸ್ಯಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲವರು ಐಸೋಟೋಪ್‌ಗಳ ಉತ್ಪಾದನಾಕಲೆಯಲ್ಲಿ ಪರಿಶ್ರಮ ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು ಶುದ್ಧವಾದ ಪರಮಾಣುಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರತದ ಬೇರೆ ಎಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗುತ್ತಿವೆ. ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ರಿಯಾಕ್ಟರ್ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಯೋಗ್ಯವಾದ ಯುರೇನಿಯಮ್ ಖನಿಜವನ್ನು ಗಣಿಗಳಿಂದ ತೆಗೆದು ಲೋಹ ಮಾಡಿ ಶುದ್ಧೀಕರಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕಾಶ್ಮೀರದಲ್ಲಿನ ಎತ್ತರದ ಗುಲ್ಮಾರ್ಗ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಕೋಲಾರದ ಚಿನ್ನದ ಗಣಿಯ ಪಾತಾಳದಲ್ಲಿಯೂ ತರುಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲವರು ಸಮುದ್ರದ ಆಳದಲ್ಲಿನ ಮಣ್ಣಿನ ಪರಿಶೀಲನೆಯಿಂದ ಈ ಪ್ರಪಂಚದ ಜೀವನಕಥೆಯನ್ನೇ ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಇನ್ನು ಕೆಲವರು ಬ್ರಹ್ಮಾಂಡದ ದೂರದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ಪಿಸುಗುಟ್ಟುತ್ತಿರುವ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಕಿವಿಗೊಟ್ಟು ಆಲಿಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಮತ್ತೆ ಕೆಲವರು ಕೇರಳದ ತುಂಬಾದಿಂದ ರಾಕೆಟ್‌ಗಳನ್ನು ಹಾರಿಸಿ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮಾಡಿ, ಗಗನಯಾನದ ಮೊದಲ ಹೆಜ್ಜೆಗಳನ್ನಿಡುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಈ ಉದ್ಯಮಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಭಾರತದಂತಹ ಪ್ರಾಚೀನನಾಡಿಗೆ ತಂದಿರುವುದು ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರ ಕಾರ್ಯ. ಇದಕ್ಕೆ ಭಾಭಾರವರ ವಿಶಿಷ್ಟವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ಹಾಗೂ ಅವರಲ್ಲಿದ್ದ ಅಚಲ ಧ್ಯೇಯ, ಉತ್ಸಾಹಗಳೇ ಕಾರಣ. ಭಾಭಾರವರಿಗೂ ಮೊದಲು ಭಾರತದ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಹೆಸರಾಂತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇದ್ದರೆಂಬುದು ಎಲ್ಲರೂ ಅರಿತ ವಿಷಯ. ಇತ್ತೀಚಿನವರಲ್ಲಿ ಜಗದೀಶ್‌ಚಂದ್ರ ಬೋಸ್, ಮೇಘನಾಥ್ ಸಾಹಾ ಮತ್ತು ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್ ಅವರ ಹೆಸರುಗಳನ್ನು ಕೇಳದವರಿಲ್ಲ. ಇವರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಜೀವನದ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ೨೦–೩೦ ವರ್ಷಗಳಾಗಿದ್ದುವು. ಅವರು ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ನೀಡಿರುವ ಕಾಣಿಕೆಗಳು ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತವಾಗಿವೆ. ಇವರೆಲ್ಲರೂ ತಮ್ಮ ಸುತ್ತ ವಿಜ್ಞಾನಸಂಶೋಧಕರ ಒಂದೊಂದು ತಂಡವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿಕೊಂಡರು. ಅವರಲ್ಲನೇಕರು ಈಗ ಪ್ರಮುಖ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಆದರೆ ಭಾಭಾರವರ ಶ್ರಮಕ್ಕೂ ಇನ್ನಿತರರ ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಒಮ್ಮೆಗೇ ಕಾಣಬರುತ್ತದೆ. ಈ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಮಹಾಪುರುಷರು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಭಾಭಾರವರು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಗಾಗಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲ, ಅದಕ್ಕಿಂತ ಮಹತ್ತರ ಕಾರ್ಯವಾದ ಭಾರತದ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರ ಏಳಿಗೆಗಾಗಿ

ದುಡಿಯುವುದನ್ನು ತಮ್ಮ ಕರ್ತವ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡರು. ಅವರು ಚಿಕ್ಕ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲೇ ದೊಡ್ಡ ತಾತ್ವಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಯೆಂದು ಹೆಸರುಪಡೆದುದರಿಂದ, ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವ ಹೆಸರಾಂತ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಾಗಲೀ, ಸಂಶೋಧನಾಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಾಗಲೀ ದೊಡ್ಡ ಪದವಿಯನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಅವರು ಅದನ್ನು ತೊರೆದು, ಭಾರತಕ್ಕಾಗಿ ತಮ್ಮ ಜೀವನಪೂರ್ತಿ ದುಡಿದದ್ದು ಚಿರಸ್ಮರಣೀಯ. ಭಾಭಾರವರ ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ಸಾಧನೆಯೆಂದರೆ, ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರವು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕಾಗಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರಗಳ ಮಟ್ಟದಲ್ಲಿ ಹಣ ವೆಚ್ಚಮಾಡುವಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಂದುವಂತೆ ಮಾಡಿದ್ದು. ಇದರಿಂದ ಇಂದು ಸರ್ಕಾರವೇ ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಗೆ ಮುಖ್ಯ ಆಶ್ರಯದಾತನಾಗಿದೆ. ಭಾಭಾರವರ ಪ್ರಭಾವ ಕೇವಲ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಸೀಮಿತವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಪ್ರಪಂಚದ ಬೇರೆಬೇರೆ ದೇಶಗಳ ವಿಜ್ಞಾನಾಲಯಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಅವರಿಗೆ ವಿಶೇಷ ಗೌರವ, ಸನ್ಮಾನ ಯಾವಾಗಲೂ ದೊರೆಯುತ್ತಿದ್ದಿತು. ವಾಷಿಂಗ್‌ಟನ್ನಿನಲ್ಲಾಗಲೀ, ವಿಯನ್ನಾದಲ್ಲಿಯಾಗಲೀ ಅವರ ಮಾತೆಂದರೆ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಅತಿ ಗೌರವ. ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಗತಿಗೆ ಇದರಿಂದ ಬಹಳ ಪ್ರಯೋಜನ ಉಂಟಾಗಿದೆ.

ಭಾಭಾರವರ ಬಾಲ್ಯದ ದಿನಗಳನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಅವರು ಭಾರತ ದೇಶದ ಪ್ರಗತಿಯ ಶಿಲ್ಪಿಯ ಪಾತ್ರಕ್ಕೆ ಮೊದಲಿಂದಲೂ ಸಿದ್ಧರಾಗುತ್ತಿದ್ದರು ಎನಿಸುತ್ತದೆ. ಬಹಳ ದಿನಗಳಿಂದಲೂ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಿಶ್ರಮ ಮತ್ತು ಸೇವೆ ಅವರ ವಂಶದಲ್ಲಿ ಪರಂಪರಾನುಗತವಾಗಿ ಬಂದಿದೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಈ ಲೇಖನದ ಓದುಗರಿಗೆ ಸಂಬಂಧ ಪಟ್ಟ ವಿಷಯವೇನೆಂದರೆ, ಭಾಭಾರವರಿಗೂ ನಮ್ಮ ಮೈಸೂರು ದೇಶಕ್ಕೂ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಬೆಂಗಳೂರು ನಗರಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಸಂಬಂಧಗಳಿದ್ದವು. ಅವರ ತಾತ (ತಂದೆಯವರ ತಂದೆ) ಹಿಂದೆ ಮೈಸೂರಿನ ವಿದ್ಯಾ ಇಲಾಖೆಯ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿಗಳಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ತಾಯಿಯವರು ಬೊಂಬಾಯಿನಲ್ಲಿ ಬಹು ಉದಾರಿಗಳೆಂದು ಹೆಸರುಪಡೆದ ಪೆಟಿಟ್ ವಂಶದವರು. ಅವರ ಸೋದರತ್ತೆ ತಾತಾ ಮನೆತನಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಸರ್ ದೋರಬ್ ತಾತಾರವರ ಪತ್ನಿ. ಹೋಮಿ ಜಹಾಂಗಿರ್ ಭಾಭಾ ಬೊಂಬಾಯಿನಲ್ಲಿ ೧೯೦೯ನೇ ಇಸವಿಯ ಅಕ್ಟೋಬರ್ ೩೦ನೇ ತಾರೀಖು ಜನ್ಮತಾಳಿದರು. ಅವರ ಮೊದಲ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸ ನಡೆದದ್ದು ಬೊಂಬಾಯಿನ ಕಥೀಡ್ರಲ್ ಮತ್ತು ಜಾನ್‌ಕ್ಯಾನನ್ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ. ಅಲ್ಲಿ ಅವರು ಸೀನಿಯರ್ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಕುಳಿತು ಉನ್ನತ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾದರು. ಹುಡುಗನಾಗಿದ್ದಾಗ ಭಾಭಾ ದಿನವೂ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಶಾಲೆಯ ಎದುರಿನಲ್ಲಿದ್ದ ತಾತಾರವರ ಮನೆಗೆ ಊಟಕ್ಕೆಂದು ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಅಲ್ಲಿ ದೊಡ್ಡವರ ಮಧ್ಯೆ ಭಾರತದ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಪ್ರಗತಿ, ಉಕ್ಕು ಮತ್ತು ಜಲೋತ್ಪಾದಿತ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ, ಮುಂತಾದ ವಿಷಯಗಳ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಚರ್ಚೆಗಳನ್ನು ಕಿವಿಗೊಟ್ಟು ಆಲಿಸುತ್ತಿ

ದ್ದರು. ತಂದೆ ತಾಯಿಯರಿಬ್ಬರೂ ದೇಶಭಕ್ತಿಗೆ ಹೆಸರಾದ ಮನೆತನಗಳಿಗೆ ಸೇರಿದವರು. ಭಾಭಾರವರು ತಮ್ಮ ತಾಯಿಯ ಸಹೋದರಿಯ ಮನೆಗೆ ಹೋದಾಗ ಅಲ್ಲಿ ಮಹಾತ್ಮಾ ಗಾಂಧಿಯವರನ್ನು ಕಂಡಿದ್ದರು, ಅವರ ಸಂಭಾಷಣೆಯನ್ನು ಕೇಳಿದ್ದರು. ಗಾಂಧೀಜಿಯವರು ಭಾರತದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಕ್ಕಾಗಿ ನಡೆಸಿದ ಹೋರಾಟದ ರೋಮಾಂಚಕಾರೀ ದಿನಗಳು ಅವು.

ಅವರ ತಂದೆಯವರಿಂದ ಭಾಭಾರವರು ಸಂಗೀತ, ಕಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಅಭಿರುಚಿ ಪಡೆದರು. ಅವರ ತಂದೆಯವರ ಬಳಿ ಕಲೆ ಹಾಗೂ ಗಾನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಅಪಾರವಾದ ಸಂಗ್ರಹವಿತ್ತು. ಅವರ ತಂದೆ ಮತ್ತು ಸೋದರತ್ತೆಯವರು ಧ್ವನಿಮುದ್ರಿಕೆಗಳನ್ನು ಹೇರಳವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ್ದರು. ಅವೆಲ್ಲವೂ ಅವರಿಗೆ ದೊರೆತದ್ದರಿಂದ ಭಾಭಾರವರು ೧೬ನೆಯ ವಯಸ್ಸಿಗೇ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಸಂಗೀತದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಪರಿಶ್ರಮ, ಜ್ಞಾನ ಪಡೆದಿದ್ದರು.

೧೯೨೭ರಲ್ಲಿ ಅವರು ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಗಾನ್‌ವಿಲ್ ಅಂಡ್ ಕೇಯಸ್ ಕಾಲೇಜಿಗೆ ಮೆಕ್ಯಾನಿಕಲ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಅಭ್ಯಾಸಮಾಡಲು ಹೋದರು. ಆದರೆ ಕೆಲವು ದಿನಗಳಾದ ಮೇಲೆ ಅವರು ತಮ್ಮ ವ್ಯಾಸಂಗವನ್ನು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸಲು ಇಷ್ಟಪಟ್ಟರು. ಇದಕ್ಕೆ ಅವರ ತಂದೆ ಕೊಟ್ಟ ಉತ್ತರ "ಮೊದಲು ಈ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಥಮ ಶ್ರೇಣಿಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾಗು, ಆಮೇಲೆ ನೋಡೋಣ''. ಅಂತೆಯೇ ಭಾಭಾರವರು ಮೆಕ್ಯಾನಿಕಲ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಟ್ರೈಪಾಸ್ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಮೊದಲದರ್ಜೆ ಪಡೆದು, ೧೯೩೦ರಲ್ಲಿ ತಾತ್ವಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನಾವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿ ಕೆಲಸ ಆರಂಭಿಸಿದರು.

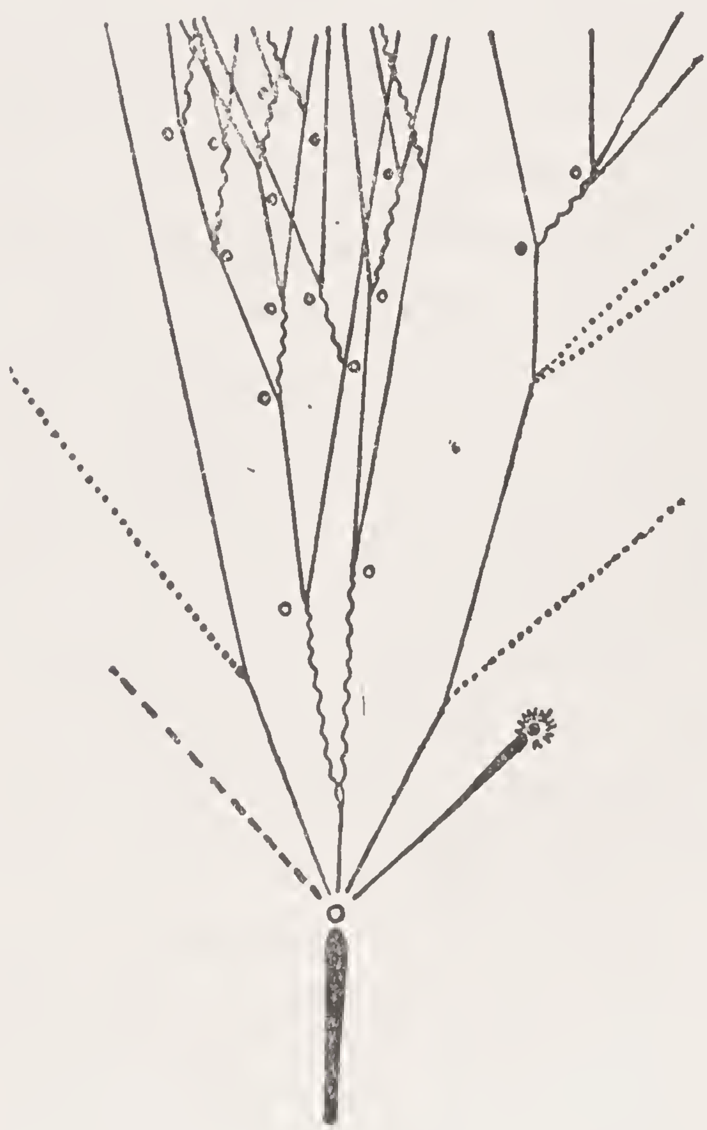
೧೯೩೦-೧೯೪೦ರ ಹತ್ತುವರ್ಷದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಪ್ರಗತಿ ಮಹತ್ತರವಾದದ್ದು. ಭಾಭಾ ಈ ಚಟುವಟಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹವಾದ ಪಾತ್ರವಹಿಸಿದರು. ಅವರು ಕೆಲಸಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್‌ನ ಕ್ಯಾವೆಂಡಿಷ್ ಲ್ಯಾಬರೇಟೊರಿಯಲ್ಲಿ ಬಹು ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವು. ೧೯೩೨ರಲ್ಲಿ ಜೇಮ್ಸ್ ಚಾಡ್ವಿಕ್ ಅವರು ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಎಂಬ ಪರಮಾಣುವಿನ ಘಟಕವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಮತ್ತು ವಾಲ್ಟನ್ ಎಂಬಿಬ್ಬರು ತರುಣ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಸ್ಥಾಯೀವಿದ್ಯುತ್ ವೇಗವರ್ಧಕವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಅದರಿಂದ ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ವೇಗವನ್ನು ವರ್ಧಿಸಿ, ಹಗುರವಾದ ರಾಸಾಯನಿಕ ಧಾತುಗಳನ್ನು ಕೃತಕವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಿದರು. (ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಅವರಿಗೆ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ದೊರೆಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಸರ್ ಜಾನ್ ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಶೋಧನಾಸಂಸ್ಥೆಯ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಿದ್ದು, ಭಾಭಾರವರಿಗೆ ಎಷ್ಟೋ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ನೆರವಾದರು.) ಬ್ಲ್ಯಾಕೆಟ್ ಮತ್ತು ಓಚಿಯಾಲಿನಿಯವರು ಮೇಘಮಂದಿರದಲ್ಲಿ (Cloud chamber) ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಯುಗ್ಮ

ಗಳ ಉದ್ಭವದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದರು. ೧೯೩೨–೩೪ರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಬಾಲ್ ಪರ್ಯಟನ ವೇತನವೂ, ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಐಸ್ಯಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿವೇತನವೂ ದೊರೆತುವು. ಇವುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್‌ಗಳ ಪ್ರಮುಖ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೊಡನೆ ಕೆಲಸಮಾಡಿದರು. ಹೀಗೆ, ಜೂರಿಕ್‌ನಲ್ಲಿ ಪೌಲಿ (Pauli)ಯವರೊಡನೆ, ರೋಮ್‌ನಲ್ಲಿ ಎನ್ರಿಕೊ ಫರ್ಮಿ (Enrico Fermi) ಯವರೊಡನೆ, ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್‌ನಲ್ಲಿ ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್‌ರವರೊಡನೆ ಮತ್ತು ಡಿರ್ಯಾಕ್, ರದರ್‌ಫರ್ಡ್, ಕಾಕ್ರಾಫ್ಟ್, ಬ್ಲ್ಯಾಕೆಟ್, ಹೈಟ್ಲರ್, ಕಪಿಟ್ಸ (Kapitza), ಮಾಟ್ (Mott), ಕ್ರಾಮರ್ಸ್ (Kramers) ಮುಂತಾದವರೊಡನೆ ಇವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಸಾಗಿದುವು.

ಭಾಭಾ ಅವರು ತಮ್ಮ ಮೊದಲ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನವನ್ನು ೧೯೩೩ರ ಅಕ್ಟೋಬರ್ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಹೀರಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೃಷ್ಟಿಯ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಅವರು ಅದರಲ್ಲಿ ವಿಮರ್ಶಿಸಿದ್ದರು. ಈ ಸಮಸ್ಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಮೂರುವರ್ಷಕಾಲ ನಡೆಯಿತು. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ, ಉಚ್ಚವೇಗದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ವಸ್ತುವಿನ ಮೂಲಕ ಹರಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲು ಸಾಧ್ಯ ವಾಯಿತು. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ವೃಷ್ಟಿ ಉತ್ಪಾದನಾಕ್ರಿಯೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಭಾಭಾ ಮತ್ತು ಹೈಟ್ಲರ್ ಅವರು ೧೯೩೭ರಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಒಂದು ದೀರ್ಘವಾದ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಈ ವಿವರಣೆಯನ್ನು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯು ಈಗ "ಭಾಭಾ–ಹೈಟ್ಲರ್ ಸೋಪಾನಪಾತ ತತ್ವ" (Bhabha-Heitler Cascade Theory) ಎಂದು ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾಗಿದೆ. ಇದೇ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಭಾಭಾ ಅವರ ವಿಶ್ವಖ್ಯಾತ ಕೊಡುಗೆ. ಕೇವಲ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಸಲುವಾಗಿ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಕೀರ್ತಿಸೌಧದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸ್ಥಾನ ಶಾಶ್ವತ.

ಈ ತತ್ವವೇನೆಂದು ಮನದಟ್ಟಾಗಬೇಕಾದರೆ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಪರಿಶ್ರಮ ಬೇಕು. ಆದರೂ ಸುಲಭರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಇದನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಿ ನೋಡೋಣ: ಈ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಿಂದಲೂ, ಎಲ್ಲ ಕಾಲಗಳಲ್ಲೂ ಭೂಮಿಗೆ ಬರುತ್ತಿರುವ ಅತಿ ವೇಗವಾದ ಕಣಗಳ ತಂಡ. ಇವುಗಳ ಮೂಲ ಋಷಿಮೂಲ ದಂತೆ ಅಗೋಚರ. ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಎರಡು ಭಾಗಗಳನ್ನಾಗಿ ವಿಂಗಡಿಸಬಹುದು: ಮೊದಲನೆಯ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ವೇಗವಾಗಿ ಚಲಿಸುತ್ತಿರುವ ಪ್ರೋಟಾನ್ (Proton), ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್ ಮತ್ತು ಇತರ ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣಗಳು ಹಾಗೂ ಅತಿ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಇರುತ್ತವೆ. ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಇದ್ದರೂ ಅವುಗಳ ವೇಗ ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದಿಲ್ಲ; ಅಲ್ಲದೆ ಮೊದಲ ಗುಂಪಿನ ಕಣಗಳು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲಿರುವ ವಾಯುಮಂಡಲದೊಡನೆ

ವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಪರಿಣಮಿಸುವ ಇನ್ನೂ ಇತರ ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣಗಳೂ ಎರಡನೆಯ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಭಾಭಾ ಅವರ ತತ್ವ ಈ ಪರಸ್ಪರ ವರ್ತನೆ (interaction)ಯ ಕ್ರಮ, ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಅತ್ಯಂತ ಸೊಗಸಾದ, ಸರಳವಾದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸುತ್ತದೆ. ಅವರ ತತ್ವದ ಪ್ರಕಾರ, ಅತ್ಯಂತ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನು ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಒಂದು ಪರಮಾಣುಬೀಜಕ್ಕೆ ಅತಿ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿ ಹಾದುಹೋದಾಗ, ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ (Electro-magnetic interaction) ಒಂದು ಅತಿ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ, ಶಕ್ತಿಯುತವಾದ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣವು ('ಎಕ್ಸ್' ಕಿರಣದ ಜಾತಿಯದು) ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಕಿರಣವು ಅದರ ಜನ್ಮಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ನ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಚಲಿಸುತ್ತದೆ. ಈ ಕಿರಣದ ಕ್ವಾಂಟಂ (Quantum) ತನ್ನ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲೇ ಒಂದು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಯುಗ್ಮವನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ಯುಗ್ಮದ ಒಂದೊಂದು ಕಣವೂ ಒಂದೊಂದು ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣವನ್ನು ಉತ್ಪಾದಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಆ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳ ಕ್ವಾಂಟಂಗಳು ಎರಡು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್ ಯುಗ್ಮಗಳನ್ನು ಉತ್ಪತ್ತಿಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್-ಪಾಸಿಟ್ರಾನ್‌ಗಳು ಬಹು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಉದ್ಭವವಾಗಿ ಅವೆಲ್ಲವೂ ಮೂಲ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿನ ಚಲನೆಯ ದಿಕ್ಕನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುವ ಒಂದು



ವೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯುತ್ತವೆ. ಮೇಲೆ ತೋರಿಸಿರುವ ನಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಇವನ್ನು ಚಿತ್ರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಯುಗ್ಮಗಳ ಜನನ ಮತ್ತು ವಿನಾಶ (Creation and Annihilation)ಗಳ ಸಂಭವತೆಗಳನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಗುಣಿಸಿ ಭಾಭಾ ಅವರು ಭೂಮಿಯಿಂದ ವಿವಿಧ ಎತ್ತರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸೋಪಾನಪಾತದ ಪ್ರಬಲತೆಯನ್ನು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ತೋರಿಸಿದರು. ಈ ಸಂಬಂಧದಲ್ಲಿ ಸಂಭವತೆಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ (Probability Calculus) ಅವರ ಕತೂಹಲ ಕೆರಳಿ, ಆ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಮೂತತ್ವಗಳನ್ನು ಕೆಲವು

ಪ್ರಕಟಣೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿವಸಿದರು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೌಶಲ್ಯ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಜಾಯಮಾನವಾಗಿದ್ದು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆ ಅವರನ್ನು ಆ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತಿತ್ತು.

ಸೋಪಾನಪಾತ ತತ್ವವೇನೋ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ವೃಷ್ಟಿನಿರ್ಮಾಣದ ಕ್ರಮವನ್ನು ಸುಲಲಿತವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದರೂ, ಒಂದು ವಿಸ್ಮಯಕರವಾದ ವಿಷಯವಿನ್ನೂ ಇತ್ಯರ್ಥವಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಶಕ್ತಿಯುತ ಕಣದ ಸ್ವರೂಪ (identity) ಇದುವರೆಗೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ಕಣಗಳು ಅತಿ ಶಕ್ತಿಯುತವಾಗಿದ್ದು, ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗಿದ್ದರೂ ವೃಷ್ಟಿನಿರ್ಮಾಣ ಮಾಡದೆ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ನೇರವಾಗಿ ಹರಿದು ಭೂಮಿಯ ಮೇಲೆ ಕಾಣಬರುತ್ತಿದ್ದುವು. ೧೯೩೮ರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರು ಒಂದು ಭವಿಷ್ಯಾತ್ಮಕ ಪ್ರಕಟಣೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಚುರುಕಾದ ಕಣಗಳ ಗುರುತನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಿ ಅವು ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್‌ಗಳಿಗಿಂತ ನೂರರಷ್ಟು ತೂಕವಿರುವ ಹೊಸ ಉಪ ಪರಮಾಣು ಕಣಗಳೆಂದು ಸಾರಿದರು. ಈ "ಭಾರವಾದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್"ಗಳಿಗೆ ಭಾಭಾ "ಮೆಸಾನ್" ಎಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಿದರು. ಜಪಾನಿನ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ತಾತ್ವಿಕ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿ ಯುಕಾವಾ (Yukawa) ಇದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆಯೇ ಊಹಿಸಿದ್ದ, ಪರಮಾಣುಬೀಜದಲ್ಲಿನ ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್-ಪ್ರೋಟಾನ್‌ಗಳ ನಡುವಿನ ಆಕರ್ಷಣ ಬಲದ ಕ್ವಾಂಟಂ (quantum)ಗಳೇ ಇವು ಎಂದು ಅವರು ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ತರುವಾಯ ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಈ ಕಣಗಳು "μ-ಮೆಸಾನ್" ಅಥವಾ "ಮ್ಯುಆನ್" (μ-Meson or Muon) ಗಳೆಂದೂ, ಯುಕಾವಾ ರವರು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿದ ಕಣಗಳು "π-ಮೆಸಾನ್" ಅಥವಾ "ಪೈಆನ್" (π-Meson or Pion) ಗಳೆಂದೂ ಇತ್ಯರ್ಥವಾಯಿತಾದರೂ, ಭಾಭಾ ಅವರ ಈ ಅಗ್ರಗಾಮಿ ಸಂಶೋಧನೆ ಇತ್ತೀಚಿನ "ಮೂಲಕಣ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ"ಕ್ಕೆ (Elementary Particle Physics) ತಳಹದಿಯಾಗಿದೆಯೆಂಬುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯ. ಎರಡನೇ ಮಹಾಯುದ್ಧದ ತರುವಾಯ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯಂತರ ರೂಪಾಯಿಗಳ ವೆಚ್ಚದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಉದ್ಯಮ ಮತ್ತು ಪ್ರಮುಖ ಬೆಳವಣಿಗೆಗಳು ಈ ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟವೆಂದು ಹೇಳಿದರೆ ಭಾಭಾ ಅವರ ಈ ತತ್ವದ ಮಹತ್ವದ ಅರಿವಾಗಬಹುದು. ಇದಾದ ಮೇಲೆ ಭಾಭಾ μ-ಮೆಸಾನಿನ ಗುಣಗಳನ್ನು ತನಿಖೆ ಮಾಡಿ, ಅದು ಅಶಾಶ್ವತಕಣವಾದರೂ ಅದರ ವೇಗದ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಅದು ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ಬದುಕಿರುವುದೆಂದು ತೋರಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರತಿಪಾದನೆ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ರವರ ವಿಶಿಷ್ಟ ಸಾಪೇಕ್ಷವಾದದ(Special Theory of Relativity)ಪರಿಣಾಮವಾಗಿದ್ದು, ಆ ವಾದಕ್ಕೆ ಅದು ಪ್ರಬಲವಾದ ಬೆಂಬಲ ಕೊಟ್ಟಿತು. ಈ ಮೂಲಕಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಅವರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಭಾಭಾ ಅವರ ಆಸಕ್ತಿ ಈ ಕಣಗಳ ಒಂದು ಮೂಲಭೂತ ಲಕ್ಷಣವಾದ **ಭ್ರಮಣ** (Spin)ದ ಕಡೆ ತಿರುಗಿತು.

ಅವರ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರೌಢಿಮೆಯಿಂದ ಸಾರ್ವತ್ರಿಕ ಭ್ರಮಣ ತತ್ವ (Generalised Theory of Spin) ಬೆಳಕು ಕಂಡಿತು. ಈ ಪ್ರಕರಣವನ್ನು "ಸ್ಪಿನಾರ್ ಆಲ್ಜೀಬ್ರ" (Spinor Algebra) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ತಮಗೆ ಎಷ್ಟೇ ಕೆಲಸವಿದ್ದರೂ, ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ವಿಶ್ರಾಂತಿಗೆಂದು ಬಂದಾಗ ಭಾಭಾರವರು ಈ ವಿಷಯದ ನಿರೂಪಣೆಗಾಗಿ ಒಂದು ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಬರೆಯಲು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲವನ್ನು ಮೀಸಲಾಗಿಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ಸ್ವಂತ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಇದೇ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಅವರ ಮುಖ್ಯ ಕೊಡುಗೆಯಾಗಿದ್ದಿತು.

ಭಾಭಾ ಅವರು ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಮತ್ತು ಯೂರೋಪ್‌ನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಅವರ ಕಲೋಪಾಸನೆಯ ಪೋಷಣೆಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಅವಕಾಶವಿತ್ತು. ಅಲ್ಲಿಯ ಕಲಾ ಪ್ರದರ್ಶನಗಳಿಗೆ, ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಗಳಿಗೆ ಅವರು ಲೆಕ್ಕವಿಲ್ಲದಷ್ಟು ಸಾರಿ ಭೇಟಿ ಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು; ಸಂಗೀತ ಕಛೇರಿಗಳಿಗೆ, ಸಿಂಫನಿಗಳಿಗೆ ತಪ್ಪದೆ ಹಾಜರಾಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಯೂರೋಪಿನ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಅರಮನೆಗಳು, ಉದ್ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ಅವರು ಗಂಟೆಗಂಟೆಗಳನ್ನು ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರು. ರಜೆಯಲ್ಲಿ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಬಂದಾಗಲೆಲ್ಲ ಎಲ್ಲೋರಾ, ಅಜಂತ ಮತ್ತು ಇತರ ಕಲಾಗಾರಗಳಿಗೆ ಭೇಟಿಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಈ ಅನುಭವಗಳು ಅವರ ಜೀವನದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಬಲವಾದ ಪರಿಣಾಮ ಉಂಟುಮಾಡಿದುವೆನ್ನುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂಶಯವಿಲ್ಲ.

೧೯೩೯ರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಭಾರತಕ್ಕೆ ವಿಶ್ರಾಂತಿಗೆಂದು ಬಂದಿದ್ದಾಗ ಎರಡನೆ ಮಹಾಯುದ್ಧ ಆರಂಭವಾಗಿ ಅವರು ಮತ್ತೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಲಿಲ್ಲ. ೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ರೀಡರ್ ಆಗಿ ಸೇರಿದರು. ಅಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಒಂದು ಶಾಖೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಅವರ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಿತು. ೧೯೪೩ರಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಅವರು ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾದರು.

ಭಾಭಾ ಬೆಂಗಳೂರಿಗೆ ಬಂದು ಸೇರಿದ ಘಟನೆ ಅವರ ಜೀವನದ ಒಂದು ಹೆಗ್ಗುರುತಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಅಲ್ಲಿ ಕಳೆದ ಐದು ವರ್ಷಗಳ (೧೯೪೦ರಿಂದ ೧೯೪೫ರವರೆಗೆ) ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಪ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ತಮ್ಮ ಪಾತ್ರದ ಅರಿವು ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಉಂಟಾಯಿತು. ಯೌವನದ ಹುಮ್ಮಸ್ಸಿನಿಂದ ತುಳುಕುತಿದ್ದ ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ಆ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಭವಿಷ್ಯ ಭಾರತದ ಕನಸು ಕಂಡರು.

ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ದೊರಕಬಹುದಾದ ಅತ್ಯಂತ ಉನ್ನತ ಸನ್ಮಾನವೊಂದು ೧೯೪೦ರಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ದೊರಕಿತು. ಕೇವಲ ೩೧ ವರ್ಷದ ಪ್ರಾಯದ ಭಾಭಾ ಅವರ ಭೌತತತ್ವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಅವರು ಲಂಡನ್ನಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ (Fellow of the Royal Society of London) ಚುನಾಯಿತರಾದರು. ಇಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿ ಆ ಸನ್ಮಾನ ಪಡೆದವರು ಆ ಪ್ರಸಿದ್ಧ

ಸಂಸ್ಥೆಯ ಚರಿತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಬಹು ವಿರಳ. ಮತ್ತೆ ೧೯೪೨ರಲ್ಲಿ ಅವರಿಗೆ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಆಡಮ್ಸ್ ಪಾರಿತೋಷಕವೂ ದೊರೆಯಿತು. ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಭಾರತೀಯ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯಸಂಗೀತ, ನೃತ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಭಿರುಚಿ ಉಂಟಾಗಿ, ಅವರು ಗಾನಕಲೆಯ ಉಪಾಸಕರಾದರು. ಅವರ ಆಸಕ್ತಿ, ಮನೋವೈಶಾಲ್ಯ ಎಷ್ಟಿತ್ತೆಂದರೆ, ತರುವಾಯ ಬೊಂಬಾಯಿನಲ್ಲಿದ್ದಾಗ ತಮ್ಮ ಬಿಡುವಿಲ್ಲದ ಕೆಲಸಕಾರ್ಯಗಳ ನಡುವೆಯೂ ಶ್ರೀಮತಿ ಸುಬ್ಬುಲಕ್ಷ್ಮಿಯವರ ಕಛೇರಿಗಾಗಲೀ, ಯಾವುದಾದರೂ ಭರತನಾಟ್ಯದ ಪ್ರದರ್ಶನಕ್ಕಾಗಲೀ ತಪ್ಪದೆ ವೇಳೆ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಂಡು ಹಾಜರಾಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಶಾಂತ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತು ಭಾಭಾ ಭಾರತದ ಉಜ್ವಲ ಸಂಸ್ಕೃತಿಯ ಹಿನ್ನೆಲೆಯನ್ನು ಮನನಮಾಡಿದರು, ಹಾಗೂ ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯ ಬಗ್ಗೆ ಆಲೋಚಿಸಿದರು. ಸಮಾಜದ ಉನ್ನತಿಗಾಗಿ ಆಗಬೇಕಾದ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ವಿಷಯ ಅವರು ದೀರ್ಘವಾಗಿ ಚಿಂತಿಸಿದರು. ನಾನಾ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ, ವಿಜ್ಞಾನಗಳಲ್ಲಿ ಪರಿಣತರಾದ ಯುವಕ ತಂಡಗಳು ದೇಶದಲ್ಲಿರುವುದನ್ನು ಗುರುತಿಸಿ, ಅವರಿಗೆ ಸರಿಯಾದ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ, ನೆರವು ಇಲ್ಲದೆ ಹಾಗೂ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಕುಶಲತೆಗಳ ವಿಕಸನಕ್ಕೆ ಸರಿಯಾದ ದ್ವಾರಗಳಿಲ್ಲದೆ ಒಬ್ಬೊಬ್ಬರಾಗಿ ಹೊರದೇಶಗಳಿಗೆ ಹೋಗುತ್ತಿದ್ದ ಶೋಚನೀಯ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಕಂಡು ಅವರು ಕಳವಳಗೊಂಡರು. ಭಾಭಾ ಅವರ ಈ ಯೋಚನಾಧಾರೆ ಮತ್ತೊಬ್ಬ ಮಹಾವ್ಯಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಸಹಾನುಭೂತಿ ಪಡೆಯಿತು. ಭಾರತದ ಪ್ರಗತಿಶೀಲ ಉದ್ಯಮಿಗಳಲ್ಲಿ ಅಗ್ರಗಣ್ಯರಾದ ಜೆ. ಆರ್. ಡಿ. ತಾತಾ ಅವರು ಭಾಭಾ ಅವರ "ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದಲೇ ಪ್ರಗತಿ" ಎಂಬ ಘೋಷಣೆಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಬೆಂಬಲಕೊಟ್ಟರು.

ಅವರೀರ್ವರ ನಡುವೆ ನಡೆದ ಚರ್ಚೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಭಾಭಾ ಅವರು ಕೈಗೊಂಡ ದೂರದೃಷ್ಟಿಯ ತೀರ್ಮಾನ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಉಂಟಾದ ಪರಿಣಾಮಗಳಿಗೆ ಸದೃಶವಾದ ಘಟನೆಗಳು ಜಗತ್ತಿನ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ಅತಿ ವಿರಳ. ಅವರು ಸರ್ ದೋರಬ್ ತಾತಾ ಟ್ರಸ್ಟ್‌ನ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಪತ್ರವೊಂದನ್ನು ಬರೆದು ಅದರಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಭವಿಷ್ಯತ್ತಿನ ಬಗ್ಗೆ ತಮ್ಮ ಉಜ್ವಲದರ್ಶನ (Visions of Glory) ವನ್ನು ವಿವರಿಸಿದರು. ಈ ಪತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಭವಿಷ್ಯದೃಷ್ಟಿ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಮನದಟ್ಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಅದು ಯೂರೋಪ್, ಅಮೆರಿಕಾಗಳಲ್ಲಿ ಗುಪ್ತವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಅರಿವಿಲ್ಲದೆ, ಬೆಂಗಳೂರಿನಿಂದ ಬರೆದ ಪತ್ರವೆಂಬುದನ್ನು ಜ್ಞಾಪಕದಲ್ಲಿಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಪರಮಾಣು ಆಸ್ಫೋಟನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅತ್ಯಂತ ಗೋಪ್ಯವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದುವೆಂದು ಮಾತ್ರ ಅವರ ಕಿವಿಗೆ ಬಿದ್ದಿತ್ತು. ಅವರ ಪ್ರತಿಭಾಶಕ್ತಿ ಮಿಕ್ಕ ಊಹೆಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸಿರಬೇಕು. ಭಾಭಾ ಬರೆದರು: "ಇನ್ನು ಹತ್ತು, ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಬಳಕೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯಾಗುವ

ಸಂಭವವಿದೆ. ಆಗ ಭಾರತವು ಈ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪರಿಣತರಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗಾಗಿ ಹೊರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಹುಡುಕ ಬೇಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರು ಭಾರತದಲ್ಲೇ ಸಿದ್ಧರಾಗಿರುತ್ತಾರೆ." ಈ ಪತ್ರ ಬರೆದ ತಾರೀಖು, ೧೯೪೪ರ ಮಾರ್ಚಿ ೧೨; ಜಪಾನಿನ ಹಿರೋಷಿಮಾ, ನಾಗಸಾಕಿಗಳ ಮೇಲೆ ಪರಮಾಣು ಬಾಂಬುಗಳ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೂ ಮುಂಚೆ! ಆ ಪತ್ರವನ್ನು ಭಾಭಾ ಈ ರೀತಿ ಮುಂದುವರಿಸಿದರು: "ಯುದ್ಧದ ತರುವಾಯ ಅಮೆರಿಕ ಅಥವಾ ಯೂರೋಪಿನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವೊಂದಕ್ಕೆ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳುವ ಯೋಚನೆ ನನಗಿತ್ತು...........ಆದರೆ ಈ ಎರಡು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ನನಗೆ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಮನದಟ್ಟಾಗಿರುವುದೇನೆಂದರೆ ....ದೇಶಬಿಟ್ಟು ಹೋಗುವುದರ ಬದಲು, ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿರುವ ವಿಶ್ವ ವಿದ್ಯಾನಿಲಯ, ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನಾಲಯಗಳಿಗೆ ಸರಿತೂಗುವ ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲೇ ನಾನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕು." ಆತನ ದೇಶಭಕ್ತಿಗೆ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಬೇರೆ ದೃಷ್ಟಾಂತ ಬೇಕೆ? ಅದೇ ಪತ್ರದಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ: "ನಾನು ನಿಮ್ಮ ಮುಂದೆ ಈಗ ಮಂಡಿಸುತ್ತಿರುವ ಯೋಜನೆಯ ಸಾರ, ನಾನು ಮುಂದೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಆಶಿಸುತ್ತಿರುವ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಶಾಲೆಯ ಕೇವಲ ಅಂಕುರ (Embryo). ಈ ಶಾಲೆ ಹಿರಿಮೆಯಲ್ಲಿ, ಖ್ಯಾತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಪಂಚದ ಯಾವ ಸಂಶೋಧನಾಲಯಕ್ಕೂ ತಲೆಬಾಗಬೇಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ." ಈ ಭವಿಷ್ಯಾತ್ಮಕ ಪತ್ರಕ್ಕೆ ತಾತಾ ಟ್ರಸ್ಟಿನ ಮನಃಪೂರ್ವಕ ಸಮ್ಮತಿ, ಸಂಪೂರ್ಣ ಬೆಂಬಲ ದೊರೆತು ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನದ ನವವಿಕಾಸ ಆರಂಭವಾಯಿತು.

೧೯೪೫ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್‌ನಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ (Tata Institute of Fundamental Research) ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆ ಹೋಮಿ ಭಾಭಾ ಅವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಆರಂಭವಾಯಿತು. ಇದಾದ ಮೇಲೆ ಕೆಲವೇ ತಿಂಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಬೊಂಬಾಯಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಿದರು. ಅಲ್ಲಿ ೧೯೬೦ರ ವರೆಗೆ ತಾತ್ಕಾಲಿಕ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿದ್ದು ೧೯೬೧ರಲ್ಲಿ ಅದು ತನ್ನದೇ ಆದ ಭವ್ಯ ಕಟ್ಟಡಕ್ಕೆ ಸರಿಯಿತು. ಚಿಕ್ಕ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಆರಂಭವಾದ ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಕೇವಲ ೨೦ ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಕೇಂದ್ರವಾಯಿತಲ್ಲದೆ ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿ ಹೆಸರು ಹೊಂದಿರುವುದು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿದ ವಿಷಯವೇ. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಇಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆ ಮೊದಲಿನಿಂದಲೂ ಅದರ ಶ್ರೇಷ್ಠತೆಗಾಗಿ ಮೆಚ್ಚುಗೆ ಪಡೆದಿದೆ. ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದು, ಈಗ ಕೋಪನ್‌ಹೇಗನ್‌ನಲ್ಲಿ ನೀಲ್ಸ್‌ಬೋರ್ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿರುವ ಡಾ. ಬರ್ನಾರ್ಡ್ ಪೀಟರ್ಸ್ ಹೇಳಿರುವಂತೆ: "ಕಳೆದವರ್ಷ (೧೯೬೫) ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಶ್ವ ಕಿರಣ ಸಮ್ಮೇಳನದಲ್ಲಿ ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಸಂಶೋಧಕರು ಕೋಲಾರದ ಚಿನ್ನದ ಗಣಿಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸಿದ 'ನ್ಯೂಟ್ರಿನೋ' (ಇನ್ನೊಂದು ಅತಿ ಹಗುರವಾದ

ಉಪಪರಮಾಣು ಕಣ) ಸಂಶೋಧನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಮಂಡಿಸಿದ ವರದಿಯನ್ನೂ ಅದು ಉಂಟುಮಾಡಿದ ಕುತೂಹಲವನ್ನೂ ಆ ಸಮ್ಮೇಳನದಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದವರು ಯಾರೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಮರೆಯಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಈ ವರದಿ ಸಮ್ಮೇಳನದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಘಟನೆ." ಈ ಸಂಶೋಧನೆ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಪ್ರಸ್ತುತ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಆದ ಪ್ರೊ. ಎಂ. ಜಿ. ಕೆ. ಮೆನನ್ ಹಾಗು ಪ್ರೊ. ಬಿ. ವಿ. ಶ್ರೀಕಂಠನ್ ಅವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ನಡೆಯಿತು. ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯವೆಂದರೆ, ಅದು ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಯೋಜನೆಯ ಗರಡಿಮನೆಯಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಟಾದದ್ದು.

ಮೇಲೆ ನಿರೂಪಿಸಿದಂತೆ ಪರಮಾಣು ಸ್ಫೋಟನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಬಿಡುಗಡೆಯಾಗುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ನಿಯಂತ್ರಿಸಿ ಭಾರತದ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಉನ್ನತಿಗಾಗಿ ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯೋಚನೆ ಭಾಭಾ ಅವರ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಸ್ವತಂತ್ರ ಭಾರತದ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಏಳಿಗೆಗೆ ನೆರವಾಗಲು ಅವಶ್ಯವಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಎಣ್ಣೆಗಳಾಗಲೀ, ಅನುಕೂಲವಾದ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಜಲಶಕ್ತಿಯಾಗಲೀ ಇಲ್ಲವೆಂದು ತಿಳಿದು, ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯೇ ಅದಕ್ಕೆ ದಾರಿ ಎಂದು ಅವರು ಘೋಷಿಸಿದರು. ಪಶ್ಚಿಮ ಭಾರತದ ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಸರಬರಾಜಿಗೆ ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಸಾಗಣಿಕೆ ಅಥವಾ ನೂರಾರು ಮೈಲಿಗಳಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಸರಬರಾಜು ಅವಶ್ಯವಾಗುವುದೆಂದೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಅಪಾರ ಹಣ ವೆಚ್ಚವಾಗುವುದೆಂದೂ ಅವರು ತೋರಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಅದೃಷ್ಟವಶಾತ್, ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತ್ಯಂತ ಉನ್ನತದರ್ಜೆಯ ಥೋರಿಯಮ್ ಖನಿಜವು (ಕೇರಳ ನಾಡಿನ ಸಮುದ್ರ ತೀರದ ಮೋನಜೈಟ್ ಮರಳು) ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಹೇರಳವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಬೀಜಕ್ರಿಯೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯುದುತ್ಪಾದನೆ ಮಿತವ್ಯಯಕ್ಕೆ ಮಾರ್ಗ ಎಂದು ಲೆಕ್ಕಹಾಕಿ ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿದರು. ಹೀಗೆ, ೧೯೭೦-೮೦ರ ವೇಳೆಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಗೆ ಈಗಿನಿಂದಲೇ ಒಂದು ದೂರವ್ಯಾಪ್ತಿಯ (Long Range) ಯೋಜನೆ ಮಾಡಿ, ಅದರ ಪ್ರಕಾರ ಪರಮಾಣು ಸಂಶೋಧನೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಗಬೇಕೆಂದರು ಡಾ. ಭಾಭಾ.

ಈ ಯುವಕವಿಜ್ಞಾನಿಯ ದೂರದೃಷ್ಟಿಗೆ, ತರ್ಕಸಾಮರ್ಥ್ಯಕ್ಕೆ, ಕರ್ತವ್ಯಶೀಲತೆಗೆ, ಕಾರ್ಯತತ್ಪರತೆಗೆ ತಲೆದೂಗಿದರು ಇನ್ನೊಬ್ಬ ಮಹಾವ್ಯಕ್ತಿ - ನವಭಾರತದ ಪ್ರಧಾನಿ ಜವಾಹರಲಾಲ್ ನೆಹರೂ. ಭಾರತದ ೫೦ ಕೋಟಿ ಪ್ರಜೆಗಳ ಉದ್ಧಾರ, ಏಳಿಗೆಗಳೇ ಯಾವಾಗಲೂ ಕನಸಾಗಿದ್ದ ನೆಹರೂ ಅವರಿಗೆ ಈ ಪ್ರಗತಿಶೀಲ ವಿಜ್ಞಾನಿ, ದೇಶಭಕ್ತ ತರುಣನ ಮೂಲಕ ತಮ್ಮ ಕನಸು ನನಸಾಗುವ ಭರವಸೆ ಕಂಡು, ಭಾಭಾ ಅವರನ್ನು ಆಪ್ತರನ್ನಾಗಿ ಮಾಡಿಕೊಂಡರು. ಅವರಿಬ್ಬರಲ್ಲಿ ಸ್ನೇಹ, ಸಾಮರಸ್ಯಗಳು ಬೆಳೆಯಲು ಬಹಳ ಕಾಲವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಯೋಜನೆ ಬಿರುಸಿನಿಂದ ಆರಂಭವಾಯಿತು.

ಕೇವಲ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆಯಲ್ಲದೆ ಈ ಯೋಜನೆಯ ಸಲುವಾಗಿ ಉಂಟಾಗುವ ವಿವಿಧ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನೂ ಭಾಭಾ ಗಣನೆಗೆ ತಂದರು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಸಾವಿರಾರು ಪರಿಣತ ಭಾರತೀಯ ತರುಣರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕುಶಲತೆಗಳ ಉಪಯೋಗ; ಆಮೇಲೆ, ಈ ಯೋಜನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಬೆಳೆಯುವ ಸಹಾಯಕ ಉದ್ಯಮಗಳು: ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್, ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನ ಉದ್ಯಮ, ಇತ್ಯಾದಿ.

ನೆಹರೂ ಅವರ ನೆರವಿನಿಂದ ಭಾಭಾ ತಮ್ಮ ಯೋಜನೆಗಾಗಿ ಹೇರಳವಾದ ಹಣ ಮತ್ತು ತಮ್ಮ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಂಪೂರ್ಣ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಗಳನ್ನು ಪಡೆದರು. ತಮ್ಮ ಉದ್ಯಮಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಿಂದ ಮತ್ತು ವಿದೇಶಗಳ ನಾನಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಿಂದ ಜಾಣರಾದ ಯುವಕ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಹಾಕಿದರು. ತಮ್ಮ ವಿದೇಶಪರ್ಯಟನೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಒಬ್ಬ ಸಮರ್ಥ ಭಾರತೀಯ ಯುವಕ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬಿದ್ದರೆ ಭಾಭಾರವರು ಅವರನ್ನು ತಪ್ಪದೆ ಆಹ್ವಾನಿಸುತ್ತಿದ್ದರು; "ಟ್ರಾಂಬೆಗೆ ಬನ್ನಿ, ನಿಮ್ಮ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲ ಸಲಕರಣೆ, ಸಹಾಯ ನಾನು ಹೊಂದಿಸುತ್ತೇನೆ" ಎನ್ನುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ಕರೆಗೆ ಮನ್ನಣೆಯಿತ್ತು ಆಗ ಪರಮಾಣು ಉದ್ಯಮಕ್ಕೆ ಕೈಹಾಕಿದ ತರುಣರು ಈಗ ಭಾರತದ ಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಿದ್ದಾರೆ: ಟ್ರಾಂಬೆ ಕೇಂದ್ರದ ಈಗಿನ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಆಗಿರುವ ಶ್ರೀ ಹೋಮಿ ಸೆತ್ನಾ, ಅಲ್ಲಿ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಶಾಖೆಯ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಮತ್ತು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖ್ಯಾತಿ ಗಳಿಸಿರುವ ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಡಾ. ರಾಜಾ ರಾಮಣ್ಣ, ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆಯ ಅಂಗವಾಗಿ ಹೈದರಾಬಾದಿನಲ್ಲಿ ಈಗ ತಾನೇ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ನಿನ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಆಗಿರುವ ಶ್ರೀ ಎ. ಸಾಂಬಶಿವರಾವ್, ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ. ಎ. ಆರ್. ಗೋಪಾಲ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್ ಮತ್ತು ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನಿ ಡಾ. ಬ್ರಹ್ಮಪ್ರಕಾಶ್. ನೇರವಾಗಿ ತಮ್ಮ ಕೈಕೆಳಗೇ ನೂರಾರು ಜನರನ್ನು ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವ ಬದಲು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ನಿಷ್ಕೃಷ್ಟವಾದ ಕೆಲಸಕ್ಕೂ ಒಬ್ಬ ಚತುರನಾದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯನ್ನು ಜಾಗರೂಕತೆಯಿಂದ ಆರಿಸಿ, ಆತನ ಸುತ್ತ ಒಂದು ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾದ ತಂಡವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಬಹಳ ನಂಬಿಕೆಯಿತ್ತು.

೧೯೪೮ರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕಮಿಷನ್ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಇದಾದ ಮೇಲೆ ೧೯೫೪ರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆ ಪ್ರಧಾನ ಮಂತ್ರಿಗಳ ಉಸ್ತುವಾರಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಮುಖ್ಯಾಧಿಕಾರಿಗಳಾಗಿ ಡಾ. ಭಾಭಾ ಅವರನ್ನು ನೇಮಿಸಿದ್ದು ಸಹಜವೇ.

ಪರಮಾಣುಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನವಲಂಬಿಸಿದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಯೋಜನೆಯು ಸಿದ್ಧಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹಿನ್ನೆಲೆ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ಅತ್ಯಗತ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಭಾಭಾ ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತಿದ್ದರು. ಅವರ ೧೯೪೪ರ ಪತ್ರದಲ್ಲಿ

ಅವರು ಹೀಗೆ ನುಡಿದಿದ್ದರು: "ಮೂಲಭೂತ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಮರ್ಥ ತಂಡದ ನಿರ್ಮಾಣ ಅತ್ಯಗತ್ಯ. ಏಕೆಂದರೆ, ಅಂತಹ ತಂಡ ಕೇವಲ ಭೌತವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂಲಭೂತ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸುವುದಲ್ಲದೆ ಕೈಗಾರಿಕೆ ಉದ್ಯಮಗಳಲ್ಲಿ ಎದ್ದುಬರುವ ಸಮಸ್ಯೆಗಳ ಪರಿಹಾರದಲ್ಲೂ ನೆರವಾಗುತ್ತದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಅನ್ವಯಾತ್ಮಕ ಸಂಶೋಧನೆ (applied research)ಯ ದುರವಸ್ಥೆಗೆ ಮುಖ್ಯ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ ದಕ್ಷರಾದ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧಕರು ಬಹುಮಂದಿ ಇಲ್ಲದಿರುವುದು." ಈ ಲೋಪವನ್ನು ಪರಿಹರಿಸಲು ಅವರು ಬೊಂಬಾಯಿನ ಉಪನಗರವಾದ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ "ಅಟಾಮಿಕ್ ಎನರ್ಜಿ ಎಸ್ಟಾಬ್ಲಿಷ್‌ಮೆಂಟ್" (Atomic Energy Establishment) ಎಂಬ ಸಂಶೋಧನಾಲಯವನ್ನು ೧೯೫೭ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. (ಈ ಸಂಸ್ಥೆಗೆ ಕಳೆದವರ್ಷ ಪ್ರಧಾನಿ ಶ್ರೀಮತಿ ಇಂದಿರಾಗಾಂಧಿಯವರು ಅದರ ನಿರ್ಮಾತೃವಿನ ಹೆಸರಿಟ್ಟು ದಿವಂಗತರಿಗೆ ಗೌರವ ಸೂಚಿಸಿದರು.) ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಒಡನೆಯೇ ಚಟುವಟಿಕೆ ಬಿರುಸಿನಿಂದ ಆರಂಭವಾಯಿತು. ಏಷ್ಯಾದಲ್ಲೇ ಮೊದಲ ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಾದ (Nuclear reactor) "ಅಪ್ಸರಾ" ಕೇವಲ ಒಂದು ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಸಿದ್ಧವಾಯಿತು. ಅದರ ನಿರ್ಮಾಣ ಸಂಪೂರ್ಣವಾಗಿ ಟ್ರಾಂಬೆಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಂದಲೇ ಆಯಿತು. ಈ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯ ನಿಯಂತ್ರಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ತಯಾರಿಕೆಯನ್ನು ಕೂಡ ಪೂರ್ತಿಯಾಗಿ ಅಲ್ಲಿನ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಶಾಖೆಯವರೇ ಕೈಗೊಂಡರು. ಇದೇ ಶಾಖೆಯವರು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಂಶೋಧಕರಿಗೆ ನೆರವಾಗಿರುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ತಯಾರಿಸತೊಡಗಿದರು. ಈ ಶಾಖೆ ಈಗ ಹೈದರಾಬಾದಿನಲ್ಲಿ ಹೊಸದಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿರುವ "ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ" ಎಂಬ ಕಾರ್ಖಾನೆಗೆ ಅಡಿಪಾಯವಾಯಿತು. ೧೯೫೯ರ ವೇಳೆಗೆ ಥೋರಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಮ್ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳ ರಚನೆಯಾಗಿ, ಭಾರತದ ಪರಮಾಣು ಉದ್ಯಮ ಪ್ರಪಂಚದ ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರಗಳೊಡನೆ ಸರಿದೂಗುವಂತಾಯಿತು. ಶುದ್ಧವಾದ ಯುರೇನಿಯಮ್ ಲೋಹವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಕುಶಲತೆ ಪಡೆದಿರುವ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳು ಈವತ್ತಿಗೂ ಆರೇಳಿರಬಹುದು.

ಈ ವಿವಿಧ ಉದ್ಯಮಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಬೇಕಾದ ಯುವಕರನ್ನು ತರಪೇತುಮಾಡಲು ತಮ್ಮದೇ ಒಂದು ಶಿಕ್ಷಣಕೇಂದ್ರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸದಿದ್ದರೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಗಳಿಗೆ ಅಡಚಣೆ ಉಂಟಾಗುವುದೆಂದು ಶಂಕಿಸಿ, ಭಾಭಾ ಅವರು ಡಾ. ರಾಮಣ್ಣನವರ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ೧೯೫೭ನೆಯ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನದ ವಿವಿಧ ಶಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ತರಪೇತು ಕೊಡುವ ಒಂದು ಶಿಕ್ಷಣಶಾಲೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿದರು. ಭಾರತದ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಿಂದಲೂ ಪ್ರತಿಭಾವಂತ ಯುವಕರನ್ನು ಕರೆಸಿ, ಅವರಲ್ಲಿ ಅತ್ಯುತ್ತಮರನ್ನು ಆರಿಸಿ, ಅವರಿಗೆ ಒಂದು ವರ್ಷದ

ವಿಶೇಷ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಅಲ್ಲಿ ಕೊಡಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ ಶಾಲೆಯಿಂದ ವರ್ಷ ವರ್ಷ ಹೊರ ಬೀಳುವ ಯುವಕರು ಪರಮಾಣು ಉದ್ಯಮದ ವಿವಿಧ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗ ವಹಿಸುತ್ತಾರೆ. ಡಾ. ರಾಮಣ್ಣನವರು ಹೇಳಿರುವಂತೆ "ಈ ಶಾಲೆಯ ಸ್ಥಾಪನೆ ಡಾ. ಭಾಭಾ ಅವರು ಕೈಗೊಂಡ ಒಂದು ಅತಿ ಮುಖ್ಯ ತೀರ್ಮಾನ. ಈ ಶಾಲೆ ಯಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯೋಜನೆಯ ಬೆನ್ನೆಲುಬಾಗಿದ್ದಾರೆ." ಈ ರೀತಿ ಬೆಳವಣಿಗೆ ಕಂಡ ಟ್ರಾಂಬೆ ಪರಮಾಣುಕೇಂದ್ರ ಈಗ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಹಿರಿಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲೊಂದಾಗಿದೆ.

ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯಂತಹ ಉಜ್ವಲ ಭವಿಷ್ಯವುಳ್ಳ ಉದ್ಯಮವನ್ನು ಭಾರತಕ್ಕೆ ಬರಮಾಡುವ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಭಾಭಾರವರು ಎದುರಿಸಬೇಕಾಗಿ ಬಂದ ತೊಂದರೆಗಳು ಅಷ್ಟಿಷ್ಟಲ್ಲ: ಜಡತೆ, ಆಲಸ್ಯ ಮತ್ತು ಅಧಿಕಾರವರ್ಗದವರಿಗೆ ಜಾಯಮಾನವಾದ ಸಂಪ್ರದಾಯಶರಣತೆ. ಭಾಭಾ ಈ ಕಷ್ಟಗಳನ್ನು ತಮ್ಮದೇ ಆದ ಎದೆಗಾರಿಕೆ ಯಿಂದ ಪರಿಹರಿಸಿದರು. ನೆಹರೂ ಅವರು ತಮಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದ್ದ ಅಧಿಕಾರಬಲದಿಂದ ಸರ್ಕಾರೀ ಕಾನೂನುಗಳನ್ನು ಸರಳಗೊಳಿಸಿ, ವಿಜ್ಞಾನದ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಅರಿತ ಅಧಿಕಾರಿಗಳನ್ನೇ ಆಡಳಿತಕ್ಕಾಗಿ ಆರಿಸಿಕೊಂಡರು. ಸರ್ಕಾರೀ ಇಲಾಖೆಗಳಲ್ಲಿ ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬರುವ ನಿಧಾನಪ್ರವೃತ್ತಿಯನ್ನು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆಯ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮೂಲ ಮಾಡಿದರು. ಭಾರತದ ಹಿಂದುಳಿದ ವಿದ್ಯೆ, ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಮುನ್ನಡೆಗಾಗಿ ಕೆಲವುವೇಳೆ ಹಲಕೆಲವು ಪ್ರಾಜ್ಞರು ತಮ್ಮ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳನ್ನು ಬದಿಗಿಟ್ಟು, ಆಡಳಿತದ ಜವಾಬ್ದಾರಿಗಳನ್ನು ವಹಿಸಿ ಕೊಳ್ಳಬೇಕಾಗುವುದೆಂದೂ, ಇದನ್ನು ನಿಕೃಷ್ಟ ಹವ್ಯಾಸವೆಂದಾಗಲೀ ವೃಥಾ ಕಾಲ ವ್ಯಯವೆಂದಾಗಲೀ ಪರಿಗಣಿಸಬಾರದೆಂದೂ ತಮ್ಮ ಸ್ವಂತ ನಿದರ್ಶನದಿಂದ ಅವರು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟರು. ಆಡಳಿತದಲ್ಲಿ ಅವರು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತಂದ ದೂರವ್ಯಾಪೀ ಸುಧಾರಣೆಗಳಿಲ್ಲದೇ ಹೋಗಿದ್ದರೆ ಭಾರತದ ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನ ತೋರಿರುವ ಪ್ರಗತಿ ಖಂಡಿತ ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ.

ನೆಹರು ಅವರು ಭಾಭಾ ಅವರಲ್ಲಿಟ್ಟ ವಿಶ್ವಾಸ, ಅವರಿಗೆ ವಹಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಜವಾಬ್ದಾರಿ ಈ ಪ್ರಗತಿಗೆ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣವಾಗಿತ್ತು. ಇದರ ಉದಾಹರಣೆ ಯಾಗಿ ಈ ಘಟನೆಯನ್ನು ಕೇಳಿ: ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಜಿನೀವಾದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಒಂದು ಸಮ್ಮೇಳನದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕೆನಡಾದವರು ಭಾರತದ ಪರಮಾಣು ಉದ್ಯಮದಲ್ಲಿ ನೆರವಾಗಲು ಒಂದು ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯನ್ನು ಕೊಡುವ ಇಚ್ಛೆಯನ್ನು ವ್ಯಕ್ತ ಪಡಿಸಿದರು. ಈ ನಿವೇದನೆಯನ್ನು ಅಂಗೀಕರಿಸುವಂತೆ ಸಲಹೆಯಿತ್ತು ಭಾಭಾ ಅವರು ನೆಹರೂ ಅವರಿಗೆ ಅದೇ ರಾತ್ರಿ, ಆಗಸ್ಟ್ ೨೯ರಂದು, ಒಂದು ತಂತಿ ಕಳುಹಿಸಿದರು. ನೆಹರೂ ಅವರ "ತಥಾಸ್ತು" ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ೨ರಂದು—ಕೇವಲ ಮೂರು ದಿನಗಳನಂತರ—ಭಾಭಾ ಅವರ ಕೈಸೇರಿತು. ಅಲ್ಲಿಂದ ಕೆಲವು ದಿನಗಳಲ್ಲಿ

ಒಪ್ಪಂದಕ್ಕೆ ಸಹಿ ಕೂಡ ಬಿತ್ತು. ಇದು ಕೆನಡಾ–ಇಂಡಿಯಾ ರಿಯಾಕ್ಟರ್‌ನ ಜನ್ಮಕಥೆ. ಈಗ ಸೈರಸ್ (Cirus) ಎಂದು ಅದಕ್ಕೆ ನಾಮಕರಣವಾಗಿದೆ. ಸೈರಸ್ ಬೀಜಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ ೧೯೬೦ರಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಕ್ರಿಯಾಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದು ಈಗ ಏಷ್ಯಾಖಂಡದ ಅತಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿಯಾಗಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯ ರೇಡಿಯೊ ಐಸೋಟೋಪ್ (Radio isotope)ಗಳ ಉತ್ಪಾದನೆ ಯಾಗುತ್ತಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಅದರಿಂದ ಹೊರಬೀಳುವ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ "ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್" ಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಘನಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರ, ಪರಮಾಣು ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಯುತ್ತಿದೆ.

ಟ್ರಾಂಬೆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಈ ಯಶಸ್ಸೇ ಭಾಭಾ ಅವರ ಅಂತಿಮ ವರ್ಷಗಳ ಚರಿತ್ರೆ. ಅವರು ತಮ್ಮ ಪೂರ್ಣಕಾಲ, ಮನಸ್ಸು, ದುಡಿಮೆಗಳನ್ನು ಅದಕ್ಕಾಗಿ ಮೀಸಲಾಗಿಟ್ಟಿದ್ದರು. ಅಲ್ಲಿರುವ ಮೂರು ಸಂಶೋಧನಾರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ("ಅಪ್ಸರಾ", "ಸೈರಸ್" ಮತ್ತು "ಜರ್ಲೀನಾ"), ಥೋರಿಯಮ್ ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಮ್ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳು, ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲೇ ಅತಿವಿರಳವಾದ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ಕಾರ್ಖಾನೆ, ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ನಿರ್ಮಿಸಿರುವ "ವ್ಯಾನ್ ಡಿ ಗ್ರಾಫ್" (Van de Graaff) ಯಂತ್ರ ಮತ್ತು ಇನ್ನು ಮೇಲೆ ರಚನೆಯಾಗುವ ಸೈಕ್ಲೋಟ್ರಾನ್ (Cyclotron) ಯಂತ್ರ—ಇವೆಲ್ಲವೂ ಅವರ ಗುಣಗಾನದ ನುಡಿಗಳು. ಆಹಾರವನ್ನು ಪರಮಾಣು ಕಿರಣಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಧೀರ್ಘಕಾಲ ಕೆಡದಂತೆ ಇಡುವ ಪ್ರಯತ್ನಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಮೂಲವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವ ಯತ್ನಗಳವರೆಗೆ ಅಲ್ಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ವ್ಯಾಪಿಸಿವೆ. ಧಾನ್ಯಗಳ ಬೀಜಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಇಳುವರಿ ಕೊಡುವಂತೆ ಅವುಗಳನ್ನು ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಸಂಸ್ಕರಿಸುವ ಉಪಾಯಗಳನ್ನು ಅಲ್ಲಿನ ಸಂಶೋಧಕರು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

ಕೇವಲ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಭಾಭಾ ಅವರು ಭಾರತದ ಇತರ ವಿಜ್ಞಾನಕೇಂದ್ರಗಳ ನೆರವಿಗಾಗಿಯೂ ಸರ್ಕಾರದ ಹಣವನ್ನು ವಿನಿಯೋಗಮಾಡಿದರು. ಕಲ್ಕತ್ತಾದ "ಸಾಹಾ ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನಕೇಂದ್ರ" (Saha Institute of Nuclear Physics), ಹಾಗೂ ಅಹಮದಾಬಾದಿನ "ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಕೇಂದ್ರ" (Physical Research Laboratory), ಮತ್ತಿತರ ಕೇಂದ್ರಗಳು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆಯ ಆಸರೆ ಪಡೆದುವು. ಭಾರತಾದ್ಯಂತ ಈ ಇಲಾಖೆಯ ಉದ್ಯಮಗಳು ಈ ದಿನ ಎದ್ದುಕಾಣಿಸುತ್ತಿವೆ. ಟ್ರಾಂಬೆಯ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣುಕೇಂದ್ರದ ವಿಸ್ತಾರವಾದ ವಿಜ್ಞಾನ ಸೌಧಗಳಲ್ಲದೆ ಇಂದು ಕೇರಳದ ತುಂಬಾ ರಾಕೆಟ್ ಉತ್‌ಕ್ಷೇಪಣ ಕೇಂದ್ರ (Thumba Rocket Launching Station) ದಿಂದ ಹಿಡಿದು, ಕಾಶ್ಮೀರದ ಗುಲ್ಮಾರ್ಗ್‌ನ ಉನ್ನತಪ್ರದೇಶದ ಸಂಶೋಧನಾಕೇಂದ್ರದವರೆಗೆ (High Altitude

Research Station), ಅಹಮದಾಬಾದಿನ ಕೃತಕ ಉಪಗ್ರಹ ವಾರ್ತಾಪ್ರಸಾರ ಕೇಂದ್ರ (Artificial Satellite Communication Centre)ದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಬಿಹಾರಿನ ಜಾಡುಗುಡದ ಯುರೇನಿಯಮ್ ಗಣಿ ಮತ್ತು ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳವರೆಗೆ, ನಂಗಲ್‌ನ ಭಾರಜಲ (Heavy water) ಕಾರ್ಖಾನೆಯಿಂದ ಗೌರಿಬಿದನೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ಪರಮಾಣು ಆಸ್ಫೋಟನೆಗಳನ್ನು ಪತ್ತೆಹಚ್ಚುವ ಕೇಂದ್ರ (Nuclear Explosion Detection Station)ದವರೆಗೆ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆಯ ಉದ್ಯಮಗಳು ವ್ಯಾಪಿಸಿವೆ. ಇವಲ್ಲದೆ ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರದ ತಾರಾಪುರ, ರಾಜಾಸ್ಥಾನದ ರಾಣಾ ಪ್ರತಾಪ್ ಸಾಗರ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ತ್ವರಿತವಾಗಿ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತಿರುವ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೇಂದ್ರಗಳು—ಇವೆಲ್ಲವೂ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಜೀವಂತ ಸ್ಮಾರಕಗಳು. ಈ ಮಹತ್ತರ ಸಾಧನೆಯ ಸಾಕ್ಷಿ, ಭಾರತ ಪರಮಾಣುವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಇಂದು ಹೊಂದಿರುವ ಖ್ಯಾತಿ. ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಇಂದು ಬೇರೆಬೇರೆ ದೇಶಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಕರಾಗಿ ಆಹ್ವಾನಿತರಾಗುತ್ತಿದ್ದಾರೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಐಸೋಟೋಪ್‌ಗಳು ವಿವಿಧ ದೇಶಗಳಿಗೆ ರಫ್ತಾಗುತ್ತಿವೆ. ವಿಜ್ಞಾನ ಗ್ರಂಥಗಳು, ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯರ ಹೆಸರುಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿಕೊಳ್ಳುತ್ತಿವೆ. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಮ್ಮೇಳನಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸನ್ಮಾನ ದೊರೆತಿದೆ.

ಭಾಭಾ ಅವರ ದುಡಿಮೆಗೆ ಇಷ್ಟು ಸಾಧನೆಯೂ ಸಾಕೆನ್ನಿಸಲಿಲ್ಲ. ದೇಶಾದ್ಯಂತ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿ, ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಒದಗಿಸುವುದಲ್ಲದೆ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ (Plutonium) ಉತ್ಪಾದನೆ ಮಾಡುವ ಅಭಿಲಾಷೆ ಅವರಿಗೆ. ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ಕೆಲವು ಎರಡನೇ ಪೀಳಿಗೆಯ ಸಂತಾನವರ್ಧಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (Breeder reactor)ಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಥೋರಿಯಮ್ ಲೋಹವನ್ನು ಸ್ಫೋಟಕವಸ್ತು (Fissile material) ವಾದ ಯರೇನಿಯಮ್-೨೩೩ (Uranium-233) ಅನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬೇಕು, ಈ ಯುರೇನಿಯಮ್–೨೩೩ ಅನ್ನು ಮುಂದಿನ ಮೂರನೇ ಪೀಳಿಗೆಯ ಶಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದಕ ಕ್ರಿಯಾಕಾರಿ (Power reactors)ಗಳ ನಿರ್ಮಾಣಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು–ಎನ್ನುವ ಧೀರ್ಘಾಲೋಚನೆ ಭಾಭಾ ಅವರ ಮನಸ್ಸಿನಲ್ಲಿದ್ದಿತು. ಈ ಯೋಜನೆಯ ಎಲ್ಲ ಹೆಜ್ಜೆಗಳನ್ನೂ ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೇ ಕೈಗೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬುದು ಅವರ ಆಕಾಂಕ್ಷೆಯಾದರೂ ಈ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮಕ್ಕೆ ಉತ್ತೇಜನ ದೊರಕುವುದು ವಿಳಂಬವಾಗದಂತೆ ಅಮೆರಿಕಾ ಮತ್ತು ಕೆನಡಾಗಳ ನೆರವು ಪಡೆದು ಒಂದೆರಡು ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್ಕೇಂದ್ರಗಳನ್ನು ಈ ಕೂಡಲೇ ನಿರ್ಮಿಸಬೇಕಾದುದು ಅತ್ಯಗತ್ಯವೆಂದು ತೀರ್ಮಾನಿಸಿ ಭಾಭಾ ಈ ಕೆಲಸವನ್ನಾರಂಭಿಸಿದರು. ಈಗ ಇವೆರಡು ಕೇಂದ್ರಗಳೂ ಸಿದ್ಧವಾಗುವುದರಲ್ಲಿವೆ. ಮೂರನೆಯ ಕೇಂದ್ರ, ಸಂಪೂರ್ಣ ಭಾರತೀಯ ಉದ್ಯಮದಿಂದ ಮದರಾಸಿನ ಹತ್ತಿರವಿರುವ ಕಲ್ಪಾಕಮ್‌ನಲ್ಲಿ ನಿರ್ಮಾಣವಾಗುತ್ತಿದೆ. ಈ

ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಭಾರತದ ಕೈಗಾರಿಕೋದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ ಸರಬರಾಜು ಆರಂಭವಾಗಲು ಇನ್ನು ಕೆಲವೇ ದಿನಗಳು ಉಳಿದಿವೆ. ಕೇವಲ ಈ ಮೂರು ಕೇಂದ್ರಗಳಿಂದ ಭಾರತದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆ ಶೇಕಡ ಹತ್ತರಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಲಿದೆ. ಈ ದಿನವನ್ನು ನೋಡಲು ಭಾಭಾ ಅವರಿಲ್ಲವಾದರೂ ಅದೇನೂ ದೂರವಿಲ್ಲ.

ಕೈಗಾರಿಕೆ, ಉದ್ಯಮ, ಆರ್ಥಿಕಮುನ್ನಡೆ – ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಇಷ್ಟು ತಲೆಗೆ ಹಚ್ಚಿಕೊಂಡಿದ್ದರೂ ಭಾಭಾ ಅವರು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಗಮನಕೊಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆಯ ಚಟುವಟಿಕೆಗಳಿಂದ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಿಗೆ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಅಡಚಣೆಯಾಗಲೀ ಪರಿಣತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಅಭಾವವಾಗಲೀ ಉಂಟಾಗದ ಹಾಗೆ ನೋಡಿಕೊಳ್ಳುವುದಲ್ಲದೆ, ಇನ್ನು ಯಾವುದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಾಗಲೀ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಿಗೆ ನೆರವಾಗಲು ಅವರು ಸಿದ್ಧರಾಗಿದ್ದರು. ಹೀಗೆ, ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆ–ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಪರ್ಕ, ಸಹಾಯಮನೋಭಾವಗಳು ಬೆಳೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಅವರು ಅನೇಕ ಸುಧಾರಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದರು. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳಿಗೆ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೆ ವೇತನಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಅವರಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಸಲಕರಣೆ, ಸಾಮಗ್ರಿಗಳಿಗಾಗಿ ಧನಸಹಾಯ ಮಾಡಿದರು. ಹಾಗೂ ಪರಮಾಣು ಕೇಂದ್ರದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಸತಿಗಳನ್ನು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳೂ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅನುಕೂಲ ಮಾಡಿಕೊಟ್ಟರು. ಈ ಸಂಪರ್ಕಕ್ಕೆ, ಇದರಿಂದ ಬೆಳೆದಿರುವ ಸೌಹಾರ್ದತೆಗೆ ಮತ್ತು ಹೀಗೆ ಉಂಟಾಗಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಸಾಕ್ಷಿ: ಪ್ರತಿ ವರ್ಷ ನಡೆಯುವ (ಇಲಾಖೆ ಏರ್ಪಡಿಸುವ) ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ವಿಶ್ವಕಿರಣಶಾಸ್ತ್ರ, ಘನಸ್ಥಿತಿಶಾಸ್ತ್ರ ಸಮ್ಮೇಳನಗಳಲ್ಲಿ ಕೇಳಿಬರುವ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ ಲೇಖನಗಳು, ಚರ್ಚೆಗಳು.

ಅವರ ಕೊನೆಯ ದಿನಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರ ಗಮನ ದೇಶದ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉದ್ಯಮದ ಉನ್ನತಿಯ ಕಡೆ ಹರಿದಿತ್ತು. ಹತ್ತು ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳನಂತರ ದೇಶದ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಮತ್ತಿತರ ಅತ್ಯಾಧುನಿಕ ಉದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಸರಬರಾಜು ಮಾಡಲು ಒಂದು ದೂರವ್ಯಾಪೀ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲು ಸರ್ಕಾರವನ್ನು ಒತ್ತಾಯಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು.

ಭಾಭಾ ಅವರು ಯಾವ ವಿಷಯದಲ್ಲೇ ಆಗಲೀ ಶ್ರೇಷ್ಠತೆಯನ್ನಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಾಧಾರಣ ದರ್ಜೆಯ ಕಾರ್ಯವಾಗಲೀ, ವಸ್ತುವಾಗಲೀ ಅವರಿಗೆ ಸಮಾಧಾನ ಕೊಡುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಅವರಿಗೆ ನಿಧಾನಪ್ರಕೃತಿ, ಅದಕ್ಷತೆ (inefficiency)ಗಳನ್ನು ಕಂಡರೆ ಸಹನೆ ಇರುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, ತಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯಮಿಗಳಿಗಾಗಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಹೋರಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಕೆಲಸಕಾರ್ಯಕ್ಕೆ ವಸತಿಗಳಾಗಲೀ, ಸಂಬಳಸಾರಿಗೆ

ಯಾಗಲೀ, ಜೀವನ ಸೌಕರ್ಯಗಳಾಗಲೀ, ಅವರಿಗಾಗಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಿಷಯದಲ್ಲೂ ಸೌಲಭ್ಯಗಳನ್ನು ಅಪೇಕ್ಷಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಕೆಲಸಗಾರರ ಜೀವನಕ್ಕೆ ಒಳ್ಳೆಯ ವಾತಾವರಣ ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಟ್ಟರೆ ಅದರಿಂದ ಉತ್ತಮ ದರ್ಜೆಯ ಕೆಲಸ, ಕಾರ್ಯತತ್ಪರತೆ, ಸಂಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಅಭಿಮಾನಗಳು ಹುಟ್ಟುವುವೆಂಬುದು ಅವರ ಮತ.

ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರ ಹೆಸರು ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯಾಗಿದ್ದು ಅವರನ್ನು ಕಂಡರೆ ಗೌರವ, ಅಭಿಮಾನಗಳಿದ್ದುವು; ಅವರ ಮಾತಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಯಿದ್ದಿತು. ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿ ಆರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಭಾಭಾ ಅವರು ತಮ್ಮ ಹಳೆಯ ಸಹಪಾಠಿಗಳಾಗಿದ್ದ ಅನೇಕ ದೊಡ್ಡ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೊಡನೆ ಕಾರ್ಯಕಲಾಪಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದರು. ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಅವರಿಗಿದ್ದ ಗೌರವದ ಹೆಗ್ಗುರುತಾಗಿ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಶಾಂತಿಯುತ ಉಪಯೋಗ ಸಮ್ಮೇಳನ (First United Nations Conference on the Peaceful uses of Atomic Energy) ೧೯೫೫ರಲ್ಲಿ ಜಿನೀವಾ ನಗರದಲ್ಲಿ ಸೇರಿದಾಗ ಭಾಭಾ ಸರ್ವಾನುಮತದಿಂದ ಅದರ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿ ಚುನಾಯಿತರಾದರು. ಆ ಸಮ್ಮೇಳನದ ಅಧ್ಯಕ್ಷ ಭಾಷಣದಲ್ಲಿ ಡಾ. ಭಾಭಾ ಅವರು ಬೆಳೆಯುತ್ತಿರುವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಯ ಉಪಯೋಗ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಉಂಟಾಗುವ ಆರ್ಥಿಕ, ಸಾಮಾಜಿಕ ಪ್ರಗತಿಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಪ್ರಬಲವಾದ ಕರೆಯಿತ್ತರು. ಈ ಸಮ್ಮೇಳನದ ಫಲವಾಗಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾದ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಸ್ಥೆಯ(International Atomic Energy Agency)ಪಾಲಕರಲ್ಲೊಬ್ಬರಾಗಿಯೂ, ಅದರ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರಾಗಿಯೂ ಭಾಭಾ ನೇಮಿತರಾದರು. ತರುವಾಯ ತಾರಾಪುರ, ರಾಣಾ ಪ್ರತಾಪ್‌ಸಾಗರ್‌ಗಳ ಪರಮಾಣು ವಿದ್ಯುತ್‌ಕೇಂದ್ರಗಳ ರಚನೆಯ ಬಗ್ಗೆ ನಡೆದ ಮಾತುಕತೆಗಳ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಸ್ಫೋಟಕವಸ್ತುಗಳ ನಿಯಂತ್ರಣ ಮತ್ತು ತನಿಖೆ (Control and Inspection of Fissile Material)ಯ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ, ಭಾಭಾ ಭಾರತದ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಧಕ್ಕೆಯುಂಟಾಗದಂತೆ ನೋಡಿಕೊಂಡದ್ದು ಅವರ ಪ್ರಭಾವಯುತ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವದಿಂದಲೇ.

ಪ್ರಪಂಚದ ಎಲ್ಲೆಡೆಗಳಿಂದಲೂ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಗೌರವ ಸನ್ಮಾನಗಳು ಬರುತ್ತಿದ್ದುವು. ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ಸಚಿವಸಂಪುಟದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಲಹಾಸಮಿತಿಗೆ ಅವರು ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿದ್ದರು. ೧೯೫೪ರಲ್ಲಿ ಸರ್ಕಾರ ಅವರಿಗೆ ಪದ್ಮಭೂಷಣ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ನೀಡಿ ಸನ್ಮಾನಿಸಿತು. ೧೯೫೧ರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಮ್ಮೇಳನ (Indian Science Congress)ದ ಬೆಂಗಳೂರು ಅಧಿವೇಶನದ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿಯೂ, ೧೯೬೩ರಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಸಂಸ್ಥೆಯ (National Institute of Sciences) ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾಗಿಯೂ ಚುನಾಯಿತರಾದರು. ಅವರು ಲಂಡನ್, ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಮತ್ತು ಅನೇಕ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಗೌರವ ಪದವೀಧರರಾಗಿದ್ದರು. ೧೯೫೪ರಲ್ಲಿ

ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್ ಫಿಲಸಾಫಿಕಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಹಾಪ್‌ಕಿನ್ಸ್ ಪಾರಿತೋಷಕ ಅವರ ದಾಯಿತು. ಅಮೆರಿಕಾದ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಕಾಡೆಮಿ ಮತ್ತಿತರ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಗೌರವ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದರು. ರಷ್ಯಾದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಸನ್ಮಾನ ಗೌರವಗಳಿದ್ದುವು.

ಭಾಭಾ ಅವರ ಮುಖ್ಯ ಕೆಲಸಕಾರ್ಯಗಳು ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಿದ್ದರೂ ಅವರ ನೆನಪಾದಾಗಲೆಲ್ಲಾ, ಅವರ ಬಹುಮುಖವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ ಮನಸ್ಸಿಗೆಬರುತ್ತದೆ. ಭಾಭಾ ಅವರು ವಿವಿಧ ಆಸಕ್ತಿಗಳ ಜೀವಿ; ವಿಪುಲ ಪಾಂಡಿತ್ಯಸಿದ್ಧರು. ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ದೃಢಕಾಯರು; ಎಣ್ಣೆಗೆಂಪಿನ ಮುಖದಲ್ಲಿ ಎದ್ದುಕಾಣುತ್ತಿದ್ದ ಚೂಪಾದ ಮೂಗು, ಅಗಲವಾದ ಹಣೆ, ಮಧ್ಯಕ್ಕೆ ಬೈತಲೆ ತೆಗೆದ ಅಚ್ಚುಕಟ್ಟಾದ ಕ್ರಾಪು, ಚುರುಕಾದ ಕಣ್ಣುಗಳು ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಮಿಗಿಲಾಗಿ ಒಂದು ತೇಜಸ್ಸು, ಠೀವಿ. ಅವರದು ಸಮೀಪದಲ್ಲಿದ್ದವರನ್ನು ಸೂರೆಗೊಳ್ಳುವ ಮನಮೋಹಕ ವ್ಯಕ್ತಿತ್ವ. ಮೇಲ್ಮಟ್ಟದ ಹೊಲಿಗೆಯ ಸೂಟುಗಳು ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಬುಷ್‌ಷರ್ಟ್, ಪ್ಯಾಂಟು ಧರಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಭಾಭಾ ಅವರ ಮಾತಿನಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಖಚಿತವಾದ ಪ್ರವೃತ್ತಿ ಇರುತ್ತಿತ್ತು. ಒಳ್ಳೆಯ ಆಂಗ್ಲ ಉಚ್ಚಾರಣೆಯಲ್ಲಿ ಆಂಗ್ಲ ಭಾಷೆಯಲ್ಲೇ ಯಾವಾಗಲೂ ಅವರ ಮಾತುಕತೆ. ಆಜೀವ ಬ್ರಹ್ಮಚಾರಿಯಾದ ಭಾಭಾ ಟ್ರಾಂಬೆಗೆ ಭೇಟಿಕೊಡುತ್ತಿದ್ದ ವಿದೇಶಗಳ ಸಾರ್ವಭೌಮರಾಗಲೀ, ಪ್ರಧಾನಿಗಳಾಗಲೀ, ರಾಜಕಾರಣಿಗಳಾಗಲೀ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಾಗಲೀ, ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರೇ ಆಗಲೀ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಬಹಳ ಮನಮೋಹಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆತಿಥ್ಯ ನೀಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಅತಿಥಿಗಳನ್ನು ಟ್ರಾಂಬೆಯ ವಿವಿಧ ವಿಜ್ಞಾನಾಗಾರಗಳಿಗಾಗಲೀ, ತಾತಾ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ಗಾಗಲೀ ಕರೆದೊಯ್ಯಲು ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಅಪಾರವಾದ ಸಂತೋಷ, ಹೆಮ್ಮೆ. ಎಷ್ಟಾದರೂ ತಮ್ಮ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಶ್ರಮ, ಅಕ್ಕರೆಗಳಿಂದ ನಿರ್ಮಾಣವಾದ ವಿಜ್ಞಾನಮಂದಿರ ಗಳಲ್ಲವೇ?

ಈ ಎರಡು ಕಡೆಗಳಲ್ಲೂ ಇರುವ ಉದ್ಯಾನಗಳಲ್ಲಿ, ಚಿತ್ರಕಲೆಯ ಸಂಗ್ರಹ ಗಳಲ್ಲಿ, ವಾಸ್ತುಶಿಲ್ಪಗಳಲ್ಲಿ, ತಮ್ಮ ಅಪೂರ್ವ ಪರಿಶ್ರಮದ ಗುರುತುಗಳನ್ನು ಭಾಭಾ ಬಿಟ್ಟು ಹೋಗಿದ್ದಾರೆ. ಬೊಂಬಾಯಿನ ಕೊಲಾಬಾದಲ್ಲಿ ಅರಬ್ಬೀ ಸಮುದ್ರ ತೀರದ ಸೌಮ್ಯವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ನೆಲೆಯಾಗಿರುವ ತಾತಾ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಕಲಾಭಂಡಾರ ಆಧುನಿಕ ಭಾರತೀಯ ಕಲೆಯ ಅತ್ಯುತ್ತಮ ಪ್ರದರ್ಶನವೆನ್ನು ವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಾತಾವರಣ ಅತಿ ಮನೋಹರ ವಾದದ್ದು. ಅದರ ತೋಟಗಳು, ಹೂವಿನ ಪೊದೆಗಳು, ಹಸಿರು ಹುಲ್ಲಿನ ಮೈದಾನ, ತಂಪಾದ ಹವ, ಇವುಗಳ ನಡುವೆ ಸಂಶೋಧನೆ ಸುಗಮವಾಗಿ ಸಾಗದೆ ಇನ್ನೇನು? ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರವೇ ಅಲ್ಲ, ಆಧುನಿಕ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಕೂಡ ಜಗದ್ವಿಖ್ಯಾತವಾಗಿದೆ ಈ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ. ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟನ್ನು ಕಂಡರೆ ಮುದ್ದು

ಮಗುವಿನಂತೆ ಒಲವು. ಇನ್ನು ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿರುವ ಉದ್ಯಾನಗಳನ್ನು ವರ್ಣಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯವೇ ಸರಿ. ಬೆಟ್ಟದತಪ್ಪಲಲ್ಲಿ, ಬೊಂಬಾಯಿಯ ರೇವಿನ ಎದುರುಮುಖವಾಗಿ ಇರುವ ಟ್ರಾಂಬೆಯ ತುಂಬ ತಂಪಾಗಿರುವ ಮರಗಳು, ಕಣ್ಣೋಡುವಷ್ಟು ದೂರ ಹಸಿರು ಹುಲ್ಲು, ವಿಥವಿಥವಾದ ಗುಲಾಬಿಹೂಗಳು, ತೆಂಗಿನ ಜಾತಿಯ ಅಲಂಕಾರದ ಸಾಲುಮರಗಳು.

ಅಲ್ಲಿಯ ಕಟ್ಟಡಗಳ ವಿಸ್ಮಯಕರ ಪರಿಮಾಣ, ಅವುಗಳ ವಿಶಿಷ್ಟ ವಾಸ್ತುಶಿಲ್ಪ ಇನ್ನೊಂದು ಕಥೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರೇ ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ಭಾರತೀಯ ವಾಸ್ತುಶಿಲ್ಪವನ್ನು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಅಂತರಾತ್ಮದೊಡನೆ ಮಿಲನಮಾಡಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಆ ಭವ್ಯಕಟ್ಟಡಗಳನ್ನು ಅಕ್ಕರೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ನೋಡುತ್ತಾ ಗಂಟೆಗಂಟೆಗಳು ಕಳೆಯುತ್ತಿದ್ದರು ಭಾಭಾ. ಸೈರಸ್ ರಿಯಾಕ್ಟರಿನ ಭವ್ಯಗುಮ್ಮಟ, ಅದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ವ್ಯತಿರೇಕಪ್ರಾಯವಾಗಿ ಅಂತರಿಕ್ಷವನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತಿರುವ ನೀಳವಾದ ಕೊಳವೆಗಳು, ಈ ಕಡೆ ನೀರಡಿಕೆಯಿಂದ ಚಾಚಿದ ನಾಲಗೆಯಂತೆ ಸಮುದ್ರದ ನೀರನ್ನು ಕೊಂಡೊಯ್ಯುವ ಒಡ್ಡುಕಟ್ಟೆ, ವೈನ್ ಗ್ಲಾಸುಗಳ ಆಕಾರದ ಜಲಾಶಯಗಳು. ಹಡಗಿನ ಆಕಾರವಿರುವ ಒಂದು ಕಟ್ಟಡವಾದರೆ ಕೆಂಪುಕೋಟೆಯ ವಾಸ್ತುಶಿಲ್ಪ ಇನ್ನೊಂದು ಕಟ್ಟಡದಲ್ಲಿ. ಒಂದು ಸಂಶೋಧನಾಲಯದ ಉದ್ದ ೧೭೦೦ ಅಡಿ, ನಾಲ್ಕು ಮಹಡಿ ಎತ್ತರ! ಅಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಸಕಲ ಸೌಕರ್ಯಗಳಲ್ಲದೆ, ಕೆಲಸಗಾರರಿಗಾಗಿ ಭವ್ಯ ವಿಶ್ರಾಂತಿ ಗೃಹಗಳು, ಭೋಜನಶಾಲೆಗಳು. ಎಲ್ಲಾ ನಯನಮನೋಹರವಾದ ದೃಶ್ಯಗಳು. ಇವೆಲ್ಲ ಕಟ್ಟಡಗಳ ನಿರ್ಮಾಣದಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ಅವರು ಸ್ವಂತ ಆಸಕ್ತಿವಹಿಸಿ ಒಂದು ವಿವರವನ್ನೂ ಬಿಡದೆ ಪರಿಶೀಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರು.

ಭಾಭಾ ಅವರ ನಿಸರ್ಗಾರಾಧನೆ, ಕಲೋಪಾಸನೆಗಳು ಕೇವಲ ಟ್ರಾಂಬೆ, ತಾತಾ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟಿನ ಪರಿಮಿತಿಗೆ ಕೊನೆಗಾಣುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಗಿಡಮರಗಳನ್ನು ಕಂಡರೆ ಅವರಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಆದರವೆಂದರೆ, ಯಾವುದಾದರೂ ಮರ ಕಡಿದುಹಾಕುವ ಸುದ್ದಿ ಅವರ ಕಿವಿಗೆ ಬಿದ್ದರೆ, ತಕ್ಷಣ ಅದನ್ನು ನಿಲ್ಲಿಸಿ, ಆ ಮರವನ್ನು ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಮತ್ತೆ ನಾಟಿ ಅದಕ್ಕೆ ಹೊಸ ಜೀವದಾನಮಾಡುತ್ತಿದ್ದರು. ಸಂಗೀತವೆಂದರೆ ಭಾಭಾ ಅವರಿಗೆ ಅಪರಿಮಿತ ಆಸಕ್ತಿ. ಎಷ್ಟೇ ಕೆಲಸವಿದ್ದರೂ ಸಂಗೀತಕಛೇರಿಗಳಿಗೆ ತಪ್ಪದೆ ಹಾಜರಾಗುತ್ತಿದ್ದರು. ಅವರ ವೃದ್ಧ ತಾಯಿಯವರನ್ನು ಮೆಲ್ಲಗೆ ನಡೆಸುತ್ತಾ ಭಾಭಾ ಕಛೇರಿಯ ಮೊದಲಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಬಂದು ಕುಳಿತು, ತಲೆದೂಗುತ್ತಾ ಸಂಗೀತದಲ್ಲಿ ಮಗ್ನರಾಗುತ್ತಿದ್ದುದನ್ನು ಎಷ್ಟೋಸಾರಿ ಕಂಡಿದ್ದೇನೆ. ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ವಿಯನ್ನಾ ನಗರದಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಭಾಭಾ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಕಾರಣರಾಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಈ ಆಯ್ಕೆಗೆ ಕಾರಣ ಕೇವಲ ರಾಜಕೀಯ ಔಚಿತ್ಯವಲ್ಲ, ವಿಯನ್ನಾದ ಸಂಗೀತಕಲೆಯ ಸಂಪ್ರದಾಯ. ಭಾಭಾ ಅವರು

ಸ್ವಂತವಾಗಿ ಒಳ್ಳೆಯ ಕಲೆಗಾರರೂ, ಸಂಗೀತಗಾರರೂ ಆಗಿದ್ದರು. ಅವರ ಪೆನ್ಸಿಲ್ ಚಿತ್ರಣ (Pencil sketch)ಗಳು ಸುಲಲಿತ ಹಾಗೂ ಕೋಮಲವಾಗಿವೆ. ಅವರು ಕಲೆಗಾರರಿಗೆ ಯಾವಾಗಲೂ ಸಹೃದಯಿಯೂ ಆಶ್ರಯಿಯೂ ಆಗಿದ್ದರು. ಅನೇಕ ಬಾರಿ ಸಂಜೆಹೊತ್ತು ಭಾಭಾ ಅವರು ಬೊಂಬಾಯಿಯ ಜಹಾಂಗೀರ್ ಕಲಾ ಪ್ರದರ್ಶನದ ಒಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿ ನಿಂತು ಯಾವುದೋ ಒಂದು ಕಲಾಕೃತಿಯನ್ನು ಮನನಮಾಡುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಾಣಬಹುದಾಗಿತ್ತು. ಶ್ರೀಮಂತ ಮನೆಯಿಂದ ಬಂದು, ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆದಿದ್ದರೂ, ಭಾಭಾ ಅವರಲ್ಲಿ ಹೃತ್ಪೂರ್ವಕ ದೇಶಾಭಿಮಾನ, ಭಾರತದ ಜನಸಾಮಾನ್ಯರಲ್ಲಿ ಒಲವು ಎದ್ದು ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದುವು. ಭಾರತದಲ್ಲಿದ್ದ ಅವರ ಪ್ರೇಮಕ್ಕೆ ಮಿಗಿಲಾಗಿದ್ದುದು ಅವರ ವಿಜ್ಞಾನಪ್ರೇಮ. ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಅತಿಥಿಗಳನ್ನು ಕರೆದೊಯ್ಯುತ್ತಾ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ಬಣ್ಣಿಸುತ್ತಿದ್ದಾಗ ಅವರ ಮುಖದಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತಿದ್ದ ಅಭಿಮಾನ, ಹೆಮ್ಮೆ, ಹುಮ್ಮಸ್ಸುಗಳನ್ನು ನಾನೇ ಕಂಡಿದ್ದೇನೆ. ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಒಬ್ಬ ಗಣ್ಯ ಅತಿಥಿ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ ತಯಾರಿಕೆಯ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶಯ ವ್ಯಕ್ತಪಡಿಸಿದಾಗ ಭಾಭಾ, "ನಾವು ಯುರೇನಿಯಮ್ ತಯಾರಿಕೆ ಯಾರ ಸಹಾಯವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಮಾಡಿದೆವು, ಹಾಗೇ ಪ್ಲುಟೋನಿಯಮ್ ಕೂಡ ಮಾಡಬಲ್ಲೆವು, ಇದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ" ಎಂದು ಖಚಿತವಾಗಿ ಮರುತ್ತರಕೊಟ್ಟು ಆತನ ಬಾಯಿ ಮುಚ್ಚಿದರು. ಆ ಭರವಸೆಯಿಂದಲೇ ನಮ್ಮ ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನ ಇಂದಿನ ಪ್ರಗತಿಯನ್ನು ತೋರುತ್ತಿರುವುದು. ನಾವು ಯಾರಿಗೂ ಕಡಿಮೆಯಿಲ್ಲ, ನಾವು ಮಾಡಲು ಅಸಾಧ್ಯ ಎಂಬ ವಿಷಯವಿಲ್ಲ ಎಂದು ಮತ್ತೆ ಮತ್ತೆ ಅವರು ಹೇಳುತ್ತಿದ್ದರು.

೧೯೬೬ನೆ ಜನವರಿ ೨೩ನೇ ತಾರೀಖು ಭಾಭಾ ಸಂಜೆ ಬಹಳ ಹೊತ್ತಿನವರೆಗೆ ತಾತಾ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿದ್ದು, ತಮ್ಮ ಸಹೋದ್ಯೋಗಿಗಳೊಡನೆ ದೀರ್ಘವಾಗಿ ಟ್ರಾಂಬೆ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಭವಿಷ್ಯವನ್ನು ಚರ್ಚಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಅದೇ ಮಧ್ಯಾಹ್ನ ಪ್ರಧಾನಿ ಲಾಲ್‌ಬಹಾದ್ದೂರ್‌ಶಾಸ್ತ್ರಿಯವರ ನಿಧನದ ಬಗ್ಗೆ ಸಂತಾಪಸೂಚನೆಗಾಗಿ ಟ್ರಾಂಬೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಷಣಮಾಡಿ, ಕೆಲಸಗಾರರಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಶ್ರಮವಹಿಸಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡಲು ಕರೆಯಿತ್ತಿದ್ದರು. ಶ್ರೀಮತಿ ಇಂದಿರಾಗಾಂಧಿ ಹೊಸ ಪ್ರಧಾನಿಯಾದ ಸುದ್ದಿ ತಿಳಿದು, ಅವರೊಡನೆ ಕೆಲಸಮಾಡುವುದನ್ನೆದುರುನೋಡುತ್ತಿದ್ದರು. ದೆಹಲಿಗೆ ತೆರಳಿ, ಒಟ್ಟು ದೇಶದ ವಿಜ್ಞಾನ ಪ್ರಗತಿಯ ನಿರ್ದೇಶಕರಾಗಬೇಕೆಂದು ಬಂದಿದ್ದ ಕರೆಯನ್ನು ನಿರಾಕರಿಸಿ, ಬೊಂಬಾಯಿಯಲ್ಲೇ ತಮ್ಮ ಉದ್ಯಮಗಳನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಲು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದ ಭಾಭಾ ಅಂದುರಾತ್ರಿ ಒಂದುಗಂಟೆಗೆ, ಜೇನೀವಾ ನಗರಕ್ಕೆ, ಒಂದು ಸಮಿತಿಯ ಸಭೆಯಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಲು ವಿಮಾನದಲ್ಲಿ ತೆರಳಿದರು. ಮರುದಿನ ಬೆಳಿಗ್ಗೆ, ಸುಮಾರು ೧೧ ಗಂಟೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಆ ಏರ್ ಇಂಡಿಯಾ (Air India) ವಿಮಾನವು ಜಿನೀವಾ ಸಮೀಪದ ಯೂರೋಪಿನ ಅತ್ಯಂತ ಉನ್ನತ ಶಿಖರವಾದ

ಮಾಂಟ್‌ಬ್ಲಾಂಕ್ (Mont Blanc) ನಲ್ಲಿ ಅಪಘಾತಕ್ಕೀಡಾಯಿತು. ಆ ಶೀತ ಭರಿತ, ಕ್ರೂರವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಭಾಭಾ ನಮಗಿಲ್ಲವಾದರು.

ಭಾರತವೇ ಅಲ್ಲ, ಇಡೀ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಆ ಅಪಘಾತದ ಸುದ್ದಿಯಿಂದ ವಿಸ್ಮಯ ಗೊಂಡಿತು. ಅವರು ಕಾಲವಾದಾಗ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಅವರ ಆವಶ್ಯಕತೆ ಬಹಳ ವಾಗಿದ್ದಿತು. ಅವರ ಸಾವಿನಿಂದ ಉಂಟಾದ ನಷ್ಟದ ಗಣನೆ ಅಸಾಧ್ಯ. ಅವರ ಜೀವನದ ಪೂರ್ತಿ ಭಾರತದ ವಿಜ್ಞಾನ, ಆರ್ಥಿಕಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗಾಗಿ ದುಡಿದ ಭಾಭಾ ಅವರ ಕೀರ್ತಿ ಶಾಶ್ವತ. ಅವರ ದುಡಿಮೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ವಿಜ್ಞಾನ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ೫೦ ವರ್ಷಗಳ ಮುನ್ನಡೆ ಹೊಂದಿ, ಪ್ರಪಂಚದ ಪರಮಾಣುಪಟದಲ್ಲಿ ಭಾರತದ ಹೆಸರು ಎದ್ದು ಕಾಣುವಂತೆ ಆಯಿತು. ಭಾಭಾ ಅವರು ಸಾಧಿಸಿದ ಪ್ರಗತಿ ಉಳಿಸಿ ಕೊಳ್ಳುವುದು ಇನ್ನು ನಮ್ಮಮೇಲೆ ಇರುವ ಭಾರ. ಅವರು ಹಾಕಿಕೊಟ್ಟ ನಿದರ್ಶನ ನಮಗೆ ಸ್ಫೂರ್ತಿಪ್ರಾಯವಾಗಬೇಕು. ಅವರು ದಿವಂಗತರಾದ ಸುದ್ದಿ ಕೇಳಿದಾಗ ಟ್ರಾಂಬೆ ಕೆಲಸಗಾರರು ಸ್ತಂಭೀಭೂತರಾದರು. ಅವರ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಮರೆಯದೆ, ಮೂಕರಂತೆ ತಮ್ಮ ಕೆಲಸ ಕಾರ್ಯಗಳಿಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿಹೋದರು. ಭಾಭಾ ಅವರನ್ನು ಸ್ಮರಿಸಿಕೊಂಡಾಗ ಮನಸ್ಸಿಗೆ ಬರುವುದು ಅವರ ವಿವಿಧಮುಖವಾದ, ಉಜ್ವಲವಾದ ಮಹತ್ಕಾರ್ಯಗಳು. "ಇದ್ದ ಇಂತೊಬ್ಬ ಮಹನೀಯ, ಮತ್ತೆ ಬರುವನಿನ್ನೆಂದು?"

ಡಾ|| ಬಿ. ವಿ. ಸುಬ್ಬರಾಯಪ್ಪ

ಆಧುನಿಕ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ

ಈಗ ನಮಗೆ ಪರಿಚಿತವಾಗಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ (Modern Science) ಎಂದು ಕರೆಯುವುದುಂಟು. ಇದೇ ಸಂಪುಟದ ಹಿಂದಿನ ಒಂದು ಲೇಖನದಲ್ಲಿ* ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಪ್ರಾಚೀನ ಮತ್ತು ಮಧ್ಯಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ, ಈಜಿಪ್ಟ್ ವಿಜ್ಞಾನ, ಗ್ರೀಕ್ ವಿಜ್ಞಾನ, ಅರೇಬಿಯಾ ವಿಜ್ಞಾನ ಎಂದು ಆಯಾ ಸಂಸ್ಕೃತಿ-ಕ್ಷೇತ್ರಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ ಹೇಳುವಂತೆ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ವಿಭಾಗಿಸಿ ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವುದು ಒಂದು ವಿಧಾನ. ಈ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನ (Scientific method) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಯೋಗ, ವೀಕ್ಷಣೆ, ಅನುಮಾನ, ತಾರ್ಕಿಕವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿರುವ ತತ್ವಗಳು, ನಿಯಮಗಳು, ಕೆಲವು ರೀತಿಯ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಪ್ರತಿಪಾದನೆಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಆಸರೆಯಾಗಿದ್ದು, ಎಲ್ಲ ದೇಶ, ಸಂಸ್ಕೃತಿಗಳ ಮನ್ನಣೆಗೂ ಅದು ಪಾತ್ರವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿವೆ.

ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೊದಲ ಕುಡಿಗಳನ್ನು ಹದಿನಾರು–ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನಗಳ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಐರೋಪ್ಯರಾಷ್ಟ್ರಗಳಲ್ಲಿ–ಇಟಲಿ, ಫ್ರಾನ್ಸ್, ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ಜರ್ಮನಿ ಮತ್ತು ಸ್ಕ್ಯಾಂಡಿನೇವಿಯಾ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ–ಕಾಣಬಹುದು. ಹಲವಾರು ಐತಿಹಾಸಿಕ ಹಾಗೂ ಸಾಮಾಜಿಕ ಕಾರಣಗಳಿಂದ, ಭಾರತವು ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೊದಮೊದಲ ಆವಿರ್ಭಾವಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗಿಯಾಗಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪಿನ ಪ್ರಗತಿಶೀಲರಾಷ್ಟ್ರಗಳೊಡನೆ ಭಾರತವು ವಾಣಿಜ್ಯ ಮತ್ತು ರಾಜಕೀಯ ಸಂಪರ್ಕಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರೂ, ಅಂದಿನ ಭಾರತೀಯ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರೂ ಸಹ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಹಾಗೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಧಾನಗಳ ಕಡೆಗೆ ಅಷ್ಟಾಗಿ ಗಮನವನ್ನು ಹರಿಸಲಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ, ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಯೂರೋಪ್ ದೇಶಗಳು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಿರಾತಂಕವಾಗಿ ಮುಂದು

---

* "ಪ್ರಾಚೀನ ಹಾಗೂ ಮಧ್ಯಕಾಲದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ".

ವರಿಯುತ್ತಿದ್ದರೂ ಭಾರತವು ಈ ಹೊಸ ಹಾದಿಯನ್ನು ತುಳಿಯಲು ನಿರಾಸಕ್ತ ವಾಗಿದ್ದಂತೆ ಕಾಣಬರುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಕೇವಲ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ಬಂಗಾಳದ (ಆಗ ಅದು ಬ್ರಿಟಿಷರ ಅಧಿಕಾರಗದ್ದುಗೆಯಾಗಿದ್ದಿತು) ಕೆಲವರು ಮಹನೀಯರು ದೂರದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಲು ನೆರವಾಗಿ ನಿಂತರು.

ಯೂರೋಪಿನ ಪುರೋಗಾಮಿ ರಾಷ್ಟ್ರಗಳಿಂದ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಪೂರ್ವ ದೇಶ ವಸಾಹತುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಮೂರು ಹಂತಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾದಂತೆ ತೋರಿಬರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ, ವಸಾಹತುಶಾಹಿ ಐರೋಪ್ಯ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರು ರಾಜಕೀಯ ವ್ಯವಹಾರದೊಂದಿಗೆ ತಾವಿದ್ದ ಪೂರ್ವ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಿಯ ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯನ್ನು ಪ್ರಸಾರಮಾಡತೊಡಗಿದರು. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಈ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಖನಿಜಗಳು, ಸಸ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗಗಳು ಅವರ ಮನಸ್ಸನ್ನು ಆಕರ್ಷಿಸಿದ್ದುವು. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ, ತಮ್ಮ ರಾಜಕೀಯ ಅಧಿಕಾರವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ ಮೇಲೆ, ತಮ್ಮ ಹಿತವನ್ನು ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಹಾಗೂ ತಮ್ಮ ಆಡಳಿತದಲ್ಲಿದ್ದ ಪ್ರದೇಶಗಳ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪತ್ತನ್ನು ಸೂರೆಗೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗುವಂತಹ ಕೆಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನೂ ಶಿಕ್ಷಣಾಲಯಗಳನ್ನೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. ಮೂರನೆಯದಾಗಿ, ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ವೇಳೆಗೆ ಅಧೀನ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಹಲವಾರು ಬುದ್ಧಿವಂತರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆದು ತಾವೇ ಸ್ವಂತವಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಲು ಸಮರ್ಥರಾದರು.

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿಯೂ ಈ ಮೂರು ಹಂತಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಗೋಚರಿಸುತ್ತವೆ. ಇಲ್ಲಿಯೂ ಮೊದಮೊದಲು ಕೈಗೊಂಡ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ದೇಶದ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪತ್ತು ಹಾಗೂ ಲಕ್ಷಣಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತಹವೇ ಆಗಿದ್ದುವು. ವಿವಿಧ ಸಸ್ಯಗಳು, ಪ್ರಾಣಿಗಳು, ಖನಿಜಸಂಪತ್ತು, ಭೌಗೋಳಿಕ ಲಕ್ಷಣಗಳು, ಹವಾಮಾನ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ–ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿದ್ದ ಕೆಲವರು ಅಧಿಕಾರಿಗಳು ಹಾಗೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಆಸಕ್ತಿ ಪಡೆದಿದ್ದ ಮತಪ್ರಚಾರಕರು ಪರಿಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಹಜವಾಗಿಯೇ ಇದ್ದ ಪ್ರಕೃತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ಜ್ಞಾನಪಿಪಾಸೆಯೇ ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾಗಿದ್ದಿತು. ಏಕೆಂದರೆ ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು ಸರ್ವೇಸಾಧಾರಣವಾಗಿದ್ದುವು. ಆಸ್ಟ್ರೇಲಿಯಾ, ಅಂಟಾರ್ಕ್ಟಿಕಾ, ಮಲಯಾ ದ್ವೀಪಸ್ತೋಮಗಳಂತಹ ದೂರಪ್ರದೇಶಗಳ ಪ್ರಾಕೃತಿಕಸ್ವರೂಪಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಅರಿಯಲು ಐರೋಪ್ಯ ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಕುತೂಹಲರಾಗಿದ್ದರು. ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಅವರು ದೂರ ತೀರಯಾನಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿದ್ದರು. ಅವರ

ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಜೀವವಿಜ್ಞಾನವೂ ಭೂವಿಜ್ಞಾನವೂ ಆಕರ್ಷಕ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗಗಳಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿದುವು.

ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಬ್ರಿಟಿಷರು ಭರತಖಂಡದ ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸಾರ್ವಭೌಮತ್ವವನ್ನು ಪಡೆದರು. ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿ, ತರುವಾಯ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರಕಾರ ಹಾಗೂ ಅಧಿಕಾರವರ್ಗದವರು ಸುಮಾರು ೨೦೦ ವರ್ಷಗಳ ದೀರ್ಘ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಯಗೊಟ್ಟಂತೆ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಕ್ರಮೇಣ ವಿಕಾಸಗೊಂಡಿತು. ಬ್ರಿಟಿಷರ ಆರ್ಥಿಕ ಹಾಗೂ ರಾಜಕೀಯ ನೀತಿಗಳಿಗೂ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಬೆಳೆದು ಬಂದ ಬಗೆಗೂ ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ನಾವು ಮರೆಯಬಾರದು. ಆರ್ಥಿಕದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಮುಖ್ಯವೆನಿಸಿದ ಸಸ್ಯಗಳು, ಖನಿಜಗಳು ಮತ್ತು ಇತರ ನೈಸರ್ಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೆ ಬ್ರಿಟಿಷರು ಸಾಕಷ್ಟು ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವನ್ನಿತ್ತರು. ಸೈನಿಕ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ದೇಶದ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಹಾಗೂ ಹವಾಮಾನ ಜ್ಞಾನವೂ ಅಷ್ಟೇ ಮುಖ್ಯವಾಗಿದ್ದುವು. ಈ ಕಾರಣಗಳಿಂದ ಕೆಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಸ್ಥಾಪನೆಯಾಗಲೇಬೇಕಾಯಿತು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ, 'ಟ್ರಿಗೊನೋಮೆಟ್ರಿಕ್ ಸರ್ವೆ', 'ರಾಯಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ ಮತ್ತು ಬೊಟಾನಿಕಲ್ ಸರ್ವೆ', 'ಜಿಯಲಾಜಿಕಲ್ ಸರ್ವೆ' ಮತ್ತು 'ಜೂಲಾಜಿಕಲ್ ಸರ್ವೆ' ಎಂಬುವು ಮುಖ್ಯವಾದವು. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಹದಿನೆಂಟು–ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನಗಳಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನವು ಬೆಳೆದು ಬಂದ ಬಗೆಯನ್ನು ವಿಚಾರ ಮಾಡುವಾಗ ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಸರಕಾರದ ಸೇವೆಯಲ್ಲಿ ನಿರತವಾಗಿದ್ದ ಈ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಯನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕು.

ತ್ರಿಕೋನಮಿತೀಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ (Trigonometric Survey)

೧೭೫೭ರಲ್ಲಿ ಪ್ಲಾಸಿಯ ಕದನದಲ್ಲಿ ಜಯಗಳಿಸಿದ ತರುವಾಯ ಭಾರತದ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿವರಗಳನ್ನು ಪಡೆದುಕೊಳ್ಳುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಬ್ರಿಟಿಷರು ಕ್ರಮಬದ್ಧ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದರು. ೧೭೬೧ರಲ್ಲಿ ಪ್ಲೈಸ್ಟೆಡ್ ಎಂಬುವನು ಚಿತ್ತಗಾಂಗ್ ಕಡಲಕರೆಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಅದೇ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಹ್ಯೂ ಕ್ಯಾಮೆರಾನ್ ೨೪ ಪರ್ಗಣಗಳ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ನಡೆಸಿದನು. ಆತನ ಉತ್ತರಾಧಿಕಾರಿಯಾಗಿ ಬಂದ ಜೇಮ್ಸ್‌ರೇನಾಲ್ಡ್ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಗಂಗಾನದಿಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡನು. ಅನಂತರ ೧೭೬೪ರಲ್ಲಿ ಬಂಗಾಳದಲ್ಲಿಯೂ, ೧೭೬೫ರಲ್ಲಿ ಬಿಹಾರ್ ಪ್ರಾಂತ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಕೈಗೊಳ್ಳಲಾದ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಗಳಿಗೆ ಆತನೇ ನಿರ್ದೇಶಕನಾಗಿದ್ದನು. ಸೈನಿಕ ಕಾರ್ಯಾಚರಣೆಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪ್ರಮುಖವಾಗಿರುವ ಭೌಗೋಳಿಕ ಪ್ರದೇಶಗಳ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆ

ಯನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳುವುದರಲ್ಲಿ ಇತರ ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳು—ಅಂದರೆ ಮದ್ರಾಸ್ ಮತ್ತು ಬೊಂಬಾಯಿ ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳು—ಹಿಂದೆ ಬೀಳಲಿಲ್ಲ. ೧೭೭೮ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ನಡೆಸಲಾಗಿದ್ದ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯು ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್ ಮತ್ತು ಫ್ರಾನ್ಸ್ ದೇಶಗಳ ಒಟ್ಟು ವಿಸ್ತೀರ್ಣಕ್ಕೆ ಸಮನಾಗಿತ್ತು. ಹೀಗೆ ಸುಮಾರು ೩,೦೦೦ ಮೈಲಿಗಳ ಸಮುದ್ರ ತೀರವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಭಾರತೀಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಇತಿಹಾಸದಲ್ಲಿ ವಿಲಿಯಂ ಲ್ಯಾಂಬ್ಟನ್ನನ ಹೆಸರು ಪ್ರಮುಖವಾದದ್ದು. ಏಕೆಂದರೆ ತ್ರಿಭುಜನ ವಿಧಾನದ (Triangulation) ಆಧಾರದ ಮೇಲೆ ಭಾರತದ ಬೃಹತ್ ತ್ರಿಕೋನಮಿತೀಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು, ಅಖಂಡ ಭರತಖಂಡವನ್ನೇ ಪ್ರಗತಿಪರ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದ ಶ್ರೇಯಸ್ಸು ಲ್ಯಾಂಬ್ಟನ್ನನದು. ಲ್ಯಾಂಬ್ಟನ್ನನು ಮೈಸೂರು ವಲಯದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿ, ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಬಳಿ ಆಧಾರರೇಖೆಯೊಂದನ್ನು ಅಳತೆಮಾಡಿದನು. ೧೮೧೫ರ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಆತನು ದಕ್ಷಿಣ ವಲಯಗಳ ಒಂದು ಸಾಮಾನ್ಯ ಭೂಪಟವನ್ನು ರಚಿಸಿದ್ದನು; ರೇಖಾಂಶಚಾಪ (Meridinal Arc) ೯°೫೩'೪೫"ಗಳಷ್ಟು ಕೋನಾಂಕವನ್ನು (Amplitude) ಹೊಂದಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಕೊಂಡಿದ್ದನು. ಲ್ಯಾಂಬ್ಟನ್ನನ ಅನಂತರ ಅನೇಕ ಸರ್ವೇಕ್ಷರು ಈ ಬಗೆಯ ಕೆಲಸಗಳನ್ನು ಮಾಡಿದ್ದಾರೆ. ಅವರುಗಳಲ್ಲಿ ಜಾರ್ಜ್ ಎವರೆಸ್ಟ್, ಕರ್ನಲ್ ವಾಘ್ ಮತ್ತು ವಾಕರ್ ಅವರುಗಳನ್ನು ಹೆಸರಿಸಬಹುದು. ಎವರೆಸ್ಟ್ ಉತ್ತರ ಭಾರತದ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣೆಯನ್ನು ಕೈಗೊಂಡನು. ವೈಜ್ಞಾನಿಕವಾಗಿ ಭೂಗಣಿತೀಯ ನಕ್ಷಾರಚನೆಗೆ (Geodetic mapping) ಲ್ಯಾಂಬ್ಟನ್ ಮತ್ತು ಎವರೆಸ್ಟ್ ಅವರು ನೀಡಿರುವ ಕಾಣಿಕೆ ಬಹಳ ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆ. ಇವರ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ಕ್ರಮೇಣ ೧೮೭೮ರಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ಕಾರಣವಾದುವು.

ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು (Botanical Investigations)

ಹದಿನೇಳನೆಯ ಶತಮಾನದ ಉತ್ತರಾರ್ಧದಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಸಸ್ಯಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಹಲವರು ಐರೋಪ್ಯ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ತೀವ್ರ ಆಸಕ್ತಿಯನ್ನು ತೋರಿದರು. ಅವರ ಆಸಕ್ತಿಯೇ ಈ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಮೂಲವಾಯಿತು. ಮಲಬಾರಿನ ಡಚ್ ಗವರ್ನರ್ ಆಗಿದ್ದ ಹೆನ್ರಿ ವ್ಯಾನ್ ರೀಡ್ಸ್ ೧೬೭೪ರಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸಸ್ಯಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಯನವನ್ನು ಕೈಗೊಂಡು, ಹದಿನೇಳು ಸಂಪುಟಗಳ '**ಹಾರ್ಟಸ್ ಮಲಬಾರಿಕಸ್**' ಎಂಬ ತನ್ನ ಉದ್ಗ್ರಂಥವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದನು. ಮದ್ರಾಸ್ ಪ್ರಾಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದ ಡೆನ್ಮಾರ್ಕಿನ ಜೆ. ಜಿ. ಕೋನಿಗ್ ಬಗೆಬಗೆಯ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಸ್ವರೂಪ, ಸ್ವಭಾವಗಳನ್ನು ಅಧ್ಯಯನಮಾಡಿ ಪ್ರಖ್ಯಾತ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಾಗಿದ್ದ

ಸ್ವೀಡನ್ ದೇಶದ ಕಾರ್ಲ್‌ಲಿನ್ನೈಯಸ್ ಎಂಬಾತನಿಗೆ ಅವುಗಳ ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಕಳುಹಿಸಿಕೊಡುತ್ತಿದ್ದನು.

ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಹಾಗೂ ಉದ್ಯಾನ ಕೃಷೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಸತತ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಯಲ್ಲಿ 'ರಾಯಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್' ಎಂಬ ತೋಟವೊಂದು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದೆ. ಈ ತೋಟವೇ ಇಂದು 'ಇಂಡಿಯನ್ ಬೊಟಾನಿಕಲ್ ಗಾರ್ಡನ್' ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಿಂದ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವದು. ೧೭೮೭ರ ಹೊತ್ತಿಗಾಗಲೇ ಈ ತೋಟವು ಕಲ್ಕತ್ತೆಯ ಬಳಿ ಶಿವಪುರದಲ್ಲಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿತ್ತು. ಹೂಗ್ಲಿ ನದಿಯ ದಂಡೆಯಲ್ಲಿ ಇದು ಸುಮಾರು ೨೭೫ ಎಕರೆಯಷ್ಟು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸುವಿಸ್ತಾರವಾಗಿತ್ತು. ಅನೇಕ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಶ್ರದ್ಧೆ ಹಾಗೂ ನಿರಂತರ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಪ್ರತೀಕವಾಗಿ ಈ ತೋಟವು ಇಂದಿಗೂ ಉಚ್ಛ್ರಾಯ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆ. ರಾಬರ್ಟ್ ಕಿಡ್ ಎಂಬುವನು ಈ ತೋಟದ ಮೊತ್ತಮೊದಲನೆಯ ಗೌರವ ನಿರ್ದೇಶಕನಾಗಿದ್ದನು. ಆಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರಾಯಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ ಆ ರೀತಿಯ ಪ್ರಪ್ರಥಮ ತೋಟವೆಂದು ಪರಿಗಣಿತವಾಗಿದ್ದಿತು. ಏಕೆಂದರೆ, ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಕ್ಯೂ ಎಂಬೆಡೆ ಈಗ ಜಗತ್ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ ರಾಯಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ ಎಂಬುದು ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂದದ್ದು ಭಾರತದಲ್ಲಿನ ತೋಟವು ಆರಂಭವಾದ ಐವತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳ ಅನಂತರ, ಅಂದರೆ ೧೮೪೨ರಲ್ಲಿ.

ರಾಬರ್ಟ್ ಕಿಡ್‌ನ ತರುವಾಯ ೧೭೯೩ ರಲ್ಲಿ ವಿಲಯಂ ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ಎಂಬುವನು ಈ ತೋಟದ ಮೇಲ್ವಿಚಾರಕನಾದನು. ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್‌ನನ್ನು ಭಾರತೀಯ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಜನಕನೆಂದು ಕರೆಯುವುದೂ ಉಂಟು. ಅವನು ಮೊದಲು ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಮದ್ರಾಸ್ ಪ್ರಾಂತ್ಯದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದನು. ಗೋದಾವರಿ ಜಿಲ್ಲೆಯ ಸಾಮಲ್‌ಕೋಟೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ವದೇಶಿಯ ಮೆಣಸಿನ ಬಳ್ಳಿಗಳನ್ನು ಬೆಳೆಸಿದುದಕ್ಕಾಗಿ ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ಆಗಲೇ ಪ್ರಸಿದ್ಧನಾಗಿದ್ದನು. ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್‌ನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ರಾಯಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ ಬಹುಮುಖವಾಗಿ ಬೆಳೆದು ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ಪ್ರಮುಖ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ಅವನ ಪ್ರತಿಭೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಈ ತೋಟವು ವಾಣಿಜ್ಯ ಮಹತ್ವವುಳ್ಳ ಸಸ್ಯಗಳ ಪಾಲನ-ಪೋಷಣಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಮೀಸಲಾಗಿ ಉಳಿಯಲಿಲ್ಲ. ಪ್ರತಿಯಾಗಿ ಅದು ಅರ್ಥಪೂರ್ಣ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿತು. ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ಈ ತೋಟದಲ್ಲಿ ಸಂರಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದ್ದ ಸುಮಾರು ೩,೫೦೦ ಜಾತಿಯ ಸಸ್ಯಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಇದು ಮುಂದೆ "ಹಾರ್ಟಸ್ ಬೆಂಗಾಲೆನ್ಸಿಸ್' ಎಂಬ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಯಿತು. ಇಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ, ೩೫ ಸಂಪುಟಗಳಲ್ಲಿ ವಿಧವಿಧ ಸಸ್ಯಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸುಮಾರು ೨೩೦೦ ವರ್ಣಚಿತ್ರಗಳನ್ನೂ ರಾಕ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್ ತಯಾರಿಸಿದನು. 'ಫ್ಲೋರಾ

ಇಂಡಿಕಾ' (ಭಾರತದ ಸಸ್ಯಗಳು) ಮತ್ತು 'ಪ್ಲಾಂಟೇ ಕೋರಮಾಂಡೆಲಿಯನೇ' (ಕೋರಮಂಡಲ ತೀರದ ಸಸ್ಯಗಳು) ಎಂಬ ಪ್ರಮುಖ ಪ್ರಕಟಣೆಗಳಿಗೆ ಅಗತ್ಯವಾಗಿದ್ದ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಯಥೇಚ್ಛವಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದನು.

ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ನಿನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಶ್ರಮವಹಿಸಿದ ಇತರ ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ನ್ಯಾಥೇನಿಯಲ್ ವ್ಯಾಲಿಕ್, ಹ್ಯೂ ಫಾಲ್ಕನರ್, ಥಾಮಸ್ ಥಾಮ್ಸನ್, ಥಾಮಸ್ ಆಂಡರ್‌ಸನ್, ಸಿ. ಬಿ. ಕ್ಲಾರ್ಕ್ ಮತ್ತು ಜಾರ್ಜ್ ಕಿಂಗ್ ಅವರು ಮುಖ್ಯರು. ೨೦೦ ವರ್ಷಗಳ ಒಂದು ಬೃಹತ್ ಅಶ್ವತ್ಥವೃಕ್ಷವನ್ನೊಳಗೊಂಡು ೧೫,೦೦೦ ವೃಕ್ಷಗಳನ್ನೂ, ಸಸ್ಯಗಳನ್ನೂ ಮತ್ತು ವನಸ್ಪತಿ ಜಾತಿಯ (Herbaceous) ಅನೇಕ ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರ ಸಸ್ಯಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿರುವ ಈ ತೋಟವು ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಜೀವಂತ ಭಂಡಾರವಾಗಿದೆ. ೧೮೬೪ ಮತ್ತು ೧೮೬೭ರಲ್ಲಿ ಬೀಸಿದ ಭಯಂಕರ ಚಂಡಮಾರುತಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಈ ತೋಟ ಅಪಾರವಾದ ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾಯಿತು. ಜಾರ್ಜ್ ಕಿಂಗ್ ಈ ತೋಟವನ್ನು ಪುನರುಜ್ಜೀವನಗೊಳಿಸಿದನು. ೧೮೯೦ರಲ್ಲಿ 'ಬೊಟಾನಿಕಲ್‌ಸರ್ವೇ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ' ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದಾಗ ಆತನೇ ಆ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಕಾರ್ಯಕ್ರಮದ ಮೊತ್ತಮೊದಲನೆಯ ಗೌರವ ನಿರ್ದೇಶಕನಾಗಿ ನೇಮಕವಾದನು.

ಪವನಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು
(Meteorological observations)

೧೮೩೨ರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ನೌಕಾವಿಭಾಗವೊಂದು ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂತು. ಅದು ಜಲರಾಶಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳತೊಡಗಿತು. ೧೮೭೪ ರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಸಮುದ್ರ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ವಿಭಾಗವನ್ನೂ, ಅದರ ಮಾರನೆಯ ವರ್ಷವೇ ಭಾರತೀಯ ಕರಾವಳಿ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ವಿಭಾಗವನ್ನೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಸಾಗರ ಜೀವಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಳಿಸಿದುವು. ಜೇಮ್ಸ್ ಕಿಡ್ ಎಂಬುವನು ಹಗಲು-ರಾತ್ರಿಗಳಲ್ಲಾಗುವ ಹೂಗ್ಲಿನದಿಯ ಭರತ ಮತ್ತು ಇಳಿತಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಭರತವೀಕ್ಷಣ ದಾಖಲೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಪಿಡಿಂಗ್‌ಟನ್ ಎಂಬಾತನು ಚಂಡಮಾರುತಗಳ ಪುನರಾವರ್ತನೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ೨೩ ವಿವರಣಿಕೆಗಳನ್ನು (Memoirs) ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದನು. ೧೮೭೪ರಲ್ಲಿ ಬೀಸಿದ ಚಂಡಮಾರುತ ಕಲ್ಕತ್ತಾನಗರದಲ್ಲಿ ಭೀಕರ ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಿತು. ಇದರ ಫಲವಾಗಿ, ನಾಡಿನ ವಿವಿಧ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಪ್ರಾಂತೀಯ ವೀಕ್ಷಣಾಲಯಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸುಸಂಘಟಿಸುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ೧೮೭೫ರಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ಪವನಶಾಸ್ತ್ರ ಇಲಾಖೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಪ್ರಾಯೋಗಿಕ ವೀಕ್ಷಣೆಗಳು, ಹವಾಮಾನ ನಕ್ಷೆಗಳ ತಯಾರಿಕೆ,

ಹವಾಮಾನ ಸುದ್ದಿ ಪತ್ರಗಳನ್ನು ನೀಡುವುದು, ಭೂಕಂಪೀಯ ಅಧ್ಯಯನಗಳು, ಸೌರಭೌತವಿಜ್ಞಾನ, ಭೂಕಾಂತೀಯ ಅಧ್ಯಯನಗಳು—ಇವೇ ಈ ವಿಭಾಗದ ಮುಖ್ಯ ಕಾರ್ಯಗಳಾಗಿದ್ದುವು.

ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು (Geological Explorations)

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಲ್ಲಿಯೇ ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳ ಕಾರ್ಯಗಳು ಆರಂಭವಾಗಿದ್ದುವು. ಆದರೂ ಗವರ್ನರ್ ಜನರಲ್ ಲಾರ್ಡ್ ಕ್ಯಾನಿಂಗನ ಆಳ್ವಿಕೆಯಲ್ಲಿ, ಸರ್ಕಾರದ ಅಧಿಕೃತ ವಿಭಾಗವಾಗಿ ೧೮೫೭ರಲ್ಲಿ ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ವಿಭಾಗವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳ ಆರ್ಥಿಕ ಮಹತ್ವವನ್ನು ಅರಿತ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿ ಈ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ-ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಬಂಗಾಳ, ಬಿಹಾರ ಪ್ರಾಂತ್ಯಗಳಲ್ಲಿನ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಗಣಿಗಳ ಶೋಧನೆಗೆ–ಆದ್ಯಗಮನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿತು. ಮುಂದಿನ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಬಹುಮಟ್ಟಿಗೆ ಝರಿಯ, ಬೊಖಾರೋ, ತಲ್‌ಚೇರ್, ಮಧ್ಯಪ್ರಾಂತ್ಯದ ಕೆಲವು ಭಾಗಗಳು, ರಾಣೀಗಂಜ್, ಡಾರ್ಜಿಲಿಂಗ್, ಗೋದಾವರಿ ಮತ್ತು ನರ್ಮದಾ ಕಣಿವೆಗಳಲ್ಲಿನ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಗಣಿಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆಯೇ ನಡೆಯಿತು. ಆಗಿನ ಭೂಗರ್ಭ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯರಾಗಿದ್ದವರು ಥಾಮಸ್ ಓಲ್ಡ್‌ಹ್ಯಾಮ್, ಎಚ್.ಟಿ. ಬ್ಲಾನ್‌ಫೋರ್ಡ್, ಥಿಯೋಬಾಲ್ಡ್, ಗಾಡ್ವಿನ್ ಆಸ್ಟರ್, ಮ್ಯಾಲ್ಕಮ್‌ಸನ್ ಮತ್ತು ವಿಲಿಯಂ ಕಿಂಗ್. ಭೂವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಭೂಕಂಪಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಆಗಿಂದಾಗ್ಗೆ ಅಧ್ಯಯನಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಆಗಿನ ಕಾಲದ ಭೂಕಂಪನಗಳ ಪಟ್ಟಿಯೊಂದನ್ನು ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಭಾರತಾದ್ಯಂತ ಪಟುವಾಗಿರುವ ಅಂತರ್ಗತ ವಿಕಂಪನಬಲಗಳ (Subterranean disturbing forces) ವಿವರಣೆಯ ಬಗೆಗೂ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡಿತು.

ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿ

ಬಗೆಬಗೆಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಿಗೆ ಉತ್ತೇಜನ ಕೊಡುವುದರಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಈಗ ಪ್ರಸಿದ್ಧವಾಗಿರುವ ಕೆಲವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ನೆರವಾಗುವುದರಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪಾತ್ರವನ್ನು ವಹಿಸಿದ ಒಂದು ಪ್ರಧಾನ ಸಂಸ್ಥೆ ಎಂದರೆ ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿ. ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ತನ್ನ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಮಿತಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದ್ದರೂ ಕಾಲಕ್ರಮೇಣ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯು ವಿದ್ವದ್ವರ್ಗದ ಪ್ರಮುಖ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯಿತು. ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಅನೇಕ ಗಮನಾರ್ಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆ ಕಾರಣವಾಯಿತು. ವಿಲಿಯಂ ಜೋನ್ಸ್ ಎಂಬುವನು ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ಪ್ರೇರಕಶಕ್ತಿಯಾಗಿದ್ದನು. ಪ್ರತಿಭಾಶ್ವಿತ

ಸಾಹಿತಿಯಾಗಿದ್ದ ಜೋನ್ಸ್ ೧೭೮೪ರಲ್ಲಿ ಬಂಗಾಳದ ನ್ಯಾಯಾಲಯದ ಜಡ್ಜ್ ಆಗಿ ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಿಂದ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಬಂದು ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸಂಸ್ಥಾಪಕ-ಅಧ್ಯಕ್ಷನಾಗಿ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳಕಾಲ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ದುಡಿದನು. ವಿಲಿಯಂ ಜೋನ್ಸ್‌ನ ಮಾತುಗಳಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿಸುವುದಾದರೆ, ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಧ್ಯೇಯವು "ಮನುಷ್ಯ ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿ-ಏಷ್ಯಾಖಂಡದ ಭೌಗೋಳಿಕ ಮೇರೆಯೊಳಗೆ ಆಗುವ ಮನುಷ್ಯನ ಕಾರ್ಯಗಳೂ ಹಾಗೂ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಉತ್ಪಾದನೆ" ಇವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದಿತು. ಜೋನ್ಸ್ ಸ್ವತಃ ಸಂಸ್ಕೃತ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಪಾಂಡಿತ್ಯವನ್ನೂ ಸಂಪಾದಿಸಿದನು. ಭಾರತೀಯ ರಾಶಿಚಕ್ರ, ಹಿಂದೂಗಳ ಚಾಂದ್ರಮಾನ ವರ್ಷ, ಕಾಲಗಣನೆ, ಭಾರತೀಯ ಸಸ್ಯವರ್ಗ-ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಪ್ರೌಢಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಇವನ ಮೊದಲ ಪ್ರಯತ್ನಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಚಾರಧಾರೆಯ ಅರಿವು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯ ವಿದ್ವಾಂಸರಿಗೆ ಉಂಟಾಗಲು ಅವಕಾಶವಾಯಿತು.

ಬಹಳ ಕಾಲದವರೆಗೂ ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರು ಪಾಶ್ಚಿಮಾತ್ಯರೇ ಆಗಿದ್ದರು. ೧೮೨೯ರ ತರುವಾಯ ಕೆಲವುಮಂದಿ ಭಾರತೀಯರನ್ನೂ ಸದಸ್ಯರನ್ನಾಗಿ ಸೇರಿಸಿಕೊಳ್ಳಲಾಯಿತು. ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರು ನಮ್ಮ ದೇಶದ ಸಸ್ಯ ಹಾಗೂ ಪ್ರಾಣಿವರ್ಗಗಳು, ಭೂವಿಜ್ಞಾನ, ಹವಾಮಾನ, ಭೌಗೋಳಿಕ ವಿಚಾರಗಳು—ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅರ್ಥ ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಶ್ರದ್ಧೆಯಿಂದ ಕಾರ್ಯೋನ್ಮುಖರಾದರು. ದೇಶದ ಪರ್ವತ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ, ಕಡಲು ತೀರಗಳಲ್ಲಿ, ಕಾಡುಗಳಲ್ಲಿ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಈ ಎಲ್ಲ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ಕುತೂಹಲಕಾರಕ ವಸ್ತುಗಳೂ ವಿಶೇಷ ರೀತಿಯ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳೂ ಹೆಚ್ಚುಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸಂಗ್ರಹವಾಗುತ್ತಾ ಬಂದುವು. ಒಂದು ವಸ್ತು ಸಂಗ್ರಹಾಲಯವನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಕಾಲವು ಸನ್ನಿಹಿತವಾಗಿದ್ದಿತು. ೧೮೬೭ರಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ಅಪ್ಪಣೆಯಮೇರೆಗೆ ಭಾರತೀಯ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯ (The Indian Museum) ಎಂಬುದು ಕಲ್ಕತ್ತೆಯಲ್ಲಿ ಅಸ್ತಿತ್ವಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯು ತನ್ನ ವಶದಲ್ಲಿದ್ದ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ, ಪ್ರಾಣಿ ಅವಶೇಷಗಳು, ಪುರಾತತ್ವಗಳೇ ಮೊದಲಾದ ಅಪೂರ್ವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಭಾರತೀಯ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯಕ್ಕೆ ದಾನವಾಗಿ ನೀಡಿತು. ಈ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಮಾನವಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಭಾಗಗಳೇ ಮುಂದೆ ಭಾರತೀಯ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಯ (Zoological Survey of India) ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ (೧೯೧೬) ಕಾರಣವಾದುವು.

ಭಾರತೀಯ ಪುರಾತತ್ವದ ಅಧ್ಯಯನಕ್ಕೂ ಸಹ ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪೋಷಣೆಯನ್ನು ನೀಡಿತು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಕೆಲವರು ಸದಸ್ಯರ ಪುರಾತತ್ವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಶೋಧನೆಗಳ ಫಲವಾಗಿ ೧೮೬೦ರಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರವು

ಪುರಾತತ್ವ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಕನ್ನಿಂಗ್‌ಹ್ಯಾಮ್ಸ್ ಎಂಬುವನು ಭಾರತೀಯ ಪುರಾತತ್ವ ಸರ್ವೇಕ್ಷಕನಾಗಿ ಪ್ರಥಮ ವಾಗಿ ನೇಮಕವಾದನು.

ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯು ಭಾರತೀಯ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯ ಹಾಗೂ ಪುರಾತತ್ವ ಸರ್ವೇಕ್ಷಣ ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸುವುದರಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಪಾತ್ರವನ್ನು ಪರಿಣಾಮಕಾರಿಯಾಗಿ ವಹಿಸಿದ್ದುದೇ ಅಲ್ಲದೆ, ಈಗ ಹೆಸರುವಾಸಿಯಾಗಿರುವ ಇಂಡಿಯನ್ ಸೈನ್ಸ್ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಎಂಬುದನ್ನೂ (೧೯೧೩) ಆರಂಭಿಸಲು ಕಾರಣವಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ರಾಯಲ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೂ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ರೂಪಿಸಲು ಇಂಡಿಯನ್ ಸೈನ್ಸ್ ಕಾಂಗ್ರೆಸ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಒಡನೆ ಸಹಕರಿಸಿತು. ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಸದಸ್ಯರು ಬಹುಮುಖ ಪ್ರತಿಭೆಯುಳ್ಳವರಾಗಿದ್ದರು. ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನ, ಪವನಶಾಸ್ತ್ರ, ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ, ಇವೇ ಮೊದಲಾದವುಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಅವರು ನಡೆಸಿದ ಸಂಶೋಧನಾಫಲಿತಾಂಶಗಳನ್ನು ಏಷ್ಯಾಟಿಕ್ ಸೊಸೈಟಿಯ ಹಲವಾರು ಪ್ರಕಟಣೆ ಗಳಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು.

ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು (Zoological Investigations)

ಭಾರತೀಯ ವಸ್ತುಸಂಗ್ರಹಾಲಯದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅಧಿಕಾರವರ್ಗದವರು ಪ್ರಾಣಿ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದರು. ಆಟ್ಕಿನ್ಸನ್ ಎಂಬಾತನು ರಿಂಚೋಟಾಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಟಿಪ್ಪಣಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ದನು. ಮೂರ್, ವುಡ್‌ಮೇಸನ್ ಮತ್ತು ಅವರುಗಳು ಚಿಟ್ಟೆಗಳು ಮತ್ತು ಪತಂಗ ಗಳೆಂದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕರೆಯಲಾಗುವ ಶಲ್ಕರೋಮಿ (lepidoptera) ಜೀವಿ ಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ವಾಲ್ಷ್ ಜೇಡಗಳು ಮತ್ತು ಅನುಕಾರಕ (Mimic) ಇರುವೆಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಸ್ಕೇಟರ್ ಹಾವುಗಳ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದರು. ಅಲ್‌ಕಾಕ್ 'ಇನ್ವೆಸ್ಟಿಗೇಟರ್' ಪ್ರವಾಸದಲ್ಲಿ ಸಂಗ್ರಹಿಸಿದ್ದ ಹವಳಗಳು, ಆಕ್ಟೇನಿಯನ್‌ಗಳು, ಚಿಪ್ಪುಜೀವಿಗಳು ಮುಂತಾದ ಸಮುದ್ರ ಜೀವಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಅನೇಕ ಪ್ರಬಂಧಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿ ದನು. ಫ್ರಾಂಕ್‌ಫಿನ್‌ನ ಸಹಕಾರದೊಂದಿಗೆ ಅಲ್‌ಕಾಕ್ ಭಯಸೂಚಕ ವರ್ಣ ಸಿದ್ಧಾಂತದ (Theory of Warning colours) ವಿಚಾರದಲ್ಲಿಯೂ ಅಧ್ಯಯನ ನಡೆಸಿದನು. ಇದೇ ಅಲ್ಲದೆ ಅಲ್‌ಕಾಕನು ಇಂಡೋ-ಫೆಸಿಫಿಕ್ ವಲಯದಲ್ಲಿ ಕಾಣದೊರೆಯುವ ಕಡಲಿನ ಚಿಪ್ಪುಜೀವಿಗಳ ಅನೇಕ ಜಾತಿಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ 'Materials for a Carcinological Fauna of India' ಎಂಬ ತನ್ನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಗ್ರಂಥವನ್ನೂ ಹೊರತಂದನು.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ಶಿಕ್ಷಣ

ಹದಿನೆಂಟನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ರಮವು ವ್ಯಾಪಕವಾಗಿ ಹರಡಿಕೊಂಡಿರಲಿಲ್ಲ. ಅಷ್ಟೇ ಅಲ್ಲದೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕಲೆ ಅಥವಾ ಕುಶಲೋದ್ಯೋಗಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೂ ಅದು ಉಪಯೋಗಿಯಾಗುವಂತಿರಲಿಲ್ಲ. ಮುಸ್ಲಿಮರಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದ 'ಮದರಸಾ'ಗಳು, ಹಿಂದೂಗಳಿಗೆ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿದ್ದ ಕೆಲವು ಸಂಸ್ಥೆಗಳು, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಕ್ರೈಸ್ತ ಮಿಶನರಿಗಳ ಶಾಲೆಗಳೂ ಇದ್ದುವು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆಗಳು ಸುಸಜ್ಜಿತವಾಗಿರದೆ ಇದ್ದುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಸಾಂಪ್ರದಾಯಿಕ ವಿಚಾರವರ್ತುಲವನ್ನು ಮೀರಿ ವಿವೇಚನಾಪೂರ್ಣ ಚೈತನ್ಯವನ್ನು ಬೆಳಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಯುವಜನರಿಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡದೆಹೋದುದೂ ಕೂಡ ವಿಷಾದಕರ ವಿಚಾರಗಳಾಗಿದ್ದುವು. ೧೮೧೧ರಲ್ಲಿ ಲಾರ್ಡ್ ಮಿಂಟೋ ಹೇಳಿದಂತೆ "ಭಾರತೀಯರಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಸಾಹಿತ್ಯಗಳೆರಡೂ ಅಧೋಗತಿಯಲ್ಲಿವೆ" ಎಂಬುದು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕೇಳಿಬರುತ್ತಿದ್ದ ಆಕ್ಷೇಪವಾಗಿತ್ತು.

೧೮೧೩ರಲ್ಲಿ ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಸನ್ನದನ್ನೇ ಪುನರ್ನವೀಕರಿಸಿದಾಗ ಈ ರೀತಿ ಹೇಳಲಾಗಿತ್ತು: "ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಒಂದು ಲಕ್ಷ ರೂಪಾಯಿಗಳನ್ನು ಮೀಸಲಾಗಿರಿಸಬೇಕು. ಸಾಹಿತ್ಯದ ಪುನರುಜ್ಜೀವನ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿಯೂ, ವಿದ್ಯಾವಂತ ಭಾರತೀಯರಿಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ನೀಡುವುದಕ್ಕಾಗಿಯೂ, ಬ್ರಿಟಿಷ್ ಆಡಳಿತಕ್ಕೊಳಪಟ್ಟಿರುವ ಭಾರತೀಯ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ವಾಸಿಸುತ್ತಿರುವ ಜನರಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಪರಿಚಯವನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಡಲೂ, ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಅರಿವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಲೂ ಈ ಮೀಸಲು ಹಣವನ್ನು ಬಳಸಬೇಕು." ಆದರೆ ಅನೇಕ ಕಾರಣಗಳಿಂದಾಗಿ ಒಂದು ದಶಕದವರೆಗೆ ಈ ಶಿಫಾರಸುಗಳನ್ನು ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ತರಲಾಗಲಿಲ್ಲ.

೧೮೧೭ರಲ್ಲಿ, ರಾಜಾರಾಮಮೋಹನರಾಯ್ ಮೊದಲಾದ ಕಲ್ಕತ್ತಾ ನಗರದ ಕೆಲವು ವ್ಯಕ್ತಿಗಳು ಒಂದು ಮಹಾ ವಿದ್ಯಾಲಯವನ್ನು (ಹಿಂದೂ ಕಾಲೇಜ್) ಸ್ಥಾಪಿಸಿದರು. ಇದೇ ಮುಂದೆ ಮುಖ್ಯವಾದ ವಿದ್ಯಾಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿ ಬೆಳೆಯಿತು. "ಐರೋಪ್ಯ ಮತ್ತು ಏಷ್ಯಾ ಭಾಷೆ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನಗಳ" ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ನೀಡುವುದು ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಉದ್ದೇಶವಾಗಿತ್ತು. ಅಲ್ಲಿ ಹೇಳಿಕೊಡಲಾಗುತ್ತಿದ್ದ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ, ಖಗೋಳಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಪ್ರಕೃತಿಶಾಸ್ತ್ರಗಳೂ ಸೇರಿದ್ದುವು. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಅಭ್ಯಾಸಕ್ಕೆ ಪ್ರಮುಖ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಕೊಡಲಾಗಿತ್ತು. ಆಗ ಲಾರ್ಡ್ ವಿಲಿಯಂ ಬೆಂಟಿಕ್ ಭಾರತದ ಗವರ್ನರ್ ಜನರಲ್. ಆಗತಾನೇ ಭಾರತಕ್ಕೆ ಲಾರ್ಡ್ ಮೆಕಾಲೆಯು (೧೮೩೪) ಆಗಮಿಸಿದ್ದನು. ಮೇಧಾವಿ ಮೆಕಾಲೆಯ ನೇತೃತ್ವದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಶಿಕ್ಷಣ ಮಾಧ್ಯಮಕ್ಕೂ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೂ ತುಂಬ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ದೊರೆಯಿತು. ಅಂದು ನಿರ್ದೇಶನ ಮಂಡಳಿಯ

ಅಧ್ಯಕ್ಷನಾಗಿದ್ದ ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ವುಡ್‌ನ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ವರದಿಯ ಫಲವಾಗಿ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮಾದರಿಯಲ್ಲಿ ಭಾರತದಲ್ಲಿಯೂ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕೆಂಬ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ ೧೮೫೪ರಲ್ಲಿ ಆದ್ಯ ಗಮನವನ್ನು ಕೊಡುವಂತೆ ಒತ್ತಾಯಿಸಲಾಯಿತು. ಕಲ್ಕತ್ತಾ (ಜನವರಿ ೧೮೫೭), ಬೊಂಬಾಯಿ (ಜುಲೈ ೧೮೫೭) ಮತ್ತು ಮದ್ರಾಸ್ (ಸೆಪ್ಟೆಂಬರ್ ೧೮೫೭) ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಇವು ಮಾನವಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ನ್ಯಾಯಶಾಸ್ತ್ರ, ವಿಜ್ಞಾನ, ಸಿವಿಲ್ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್, ವೈದ್ಯ ಹಾಗೂ ಶಸ್ತ್ರಕ್ರಿಯಾ ವಿಜ್ಞಾನಗಳಿಗೆ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಗಳಾಗಿದ್ದುವು. ಈಸ್ಟ್ ಇಂಡಿಯಾ ಕಂಪೆನಿಯ ಆಡಳಿತವ್ಯವಸ್ಥೆಯ ಅಗತ್ಯಗಳನ್ನು ಪೂರೈಸುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಕನಿಷ್ಠ ಸಂಖ್ಯೆಯಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಕಾಲೇಜುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯ ಉಂಟಾಯಿತು. ಕಲ್ಕತ್ತಾ (೧೮೫೬), ಪೂನಾ, ಮದ್ರಾಸ್, ರೂರ್ಕಿ ಮತ್ತು ಬೊಂಬಾಯಿ ನಗರಗಳಲ್ಲಿ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜುಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಇವುಗಳ ಜೊತೆಗೆ ಕುಶಲೋದ್ಯೋಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ತರಬೇತಿಯನ್ನು ನೀಡುವ ಕೆಲವು ತಾಂತ್ರಿಕ ಶಾಲೆಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು.

ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಮೊದಲಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲಾಯಿತು. ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮಾಧ್ಯಮದ ಮೂಲಕ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ನೀಡುವ ಮೊತ್ತಮೊದಲ ಆಧುನಿಕ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜನ್ನು ಪಡೆದ ಗೌರವವೂ ಕಲ್ಕತ್ತಾ ನಗರದ್ದಾಯಿತು. ಕೇವಲ ಹತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಕಲ್ಕತ್ತೆಯ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಲಂಡನ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ 'ರಾಯಲ್ ಕಾಲೇಜ್ ಆಫ್ ಸರ್ಜನ್ಸ್' ಸಂಸ್ಥೆಯ ಮಾನ್ಯತೆ ದೊರೆಯಿತು (೧೮೪೫). ಮದ್ರಾಸ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜ್ (೧೮೪೩) ಮತ್ತು ಬೊಂಬಾಯಿಯ 'ಗ್ರ್ಯಾಂಟ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜ್' (೧೮೪೫) ಗಳಿಗೂ ಅವು ಕ್ರಮಶಃ ಮದ್ರಾಸ್ ಮತ್ತು ಬೊಂಬಾಯಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಗಳಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲೇ ರಾಯಲ್ ಕಾಲೇಜ್ ಆಫ್ ಸರ್ಜನ್ಸ್ ಸಂಸ್ಥೆಯ ಮಾನ್ಯತೆ ದೊರೆತಿತ್ತು.

ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಆರಂಭದಲ್ಲಿ ವ್ಯವಸಾಯ ಶಿಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಸಾಕಷ್ಟು ಗಮನಕೊಟ್ಟಂತೆ ತೋರಿಬರಲಿಲ್ಲ. ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಮದ್ರಾಸ್, ಪೂನಾ, ಕೊಯಮತ್ತೂರು, ನಾಗಪುರ, ಕಾನ್ಪುರ ಮತ್ತು ಕಲ್ಕತ್ತಾ ನಗರಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ವ್ಯವಸಾಯ ಶಾಲೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲಾಯಿತು. ಮಾನವಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳು, ವೈದ್ಯ, ನ್ಯಾಯಶಾಸ್ತ್ರ, ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಶಿಕ್ಷಣ ನೀಡುವ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ

ಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಿದರೂ, ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ಶೇಕಡಾ ಹತ್ತನ್ನೂ ಮೀರಿರಲಿಲ್ಲ. ಸರ್ಕಾರಿ ಹುದ್ದೆ ಪ್ರಮುಖ ಆಕರ್ಷಣೆಯಾಗಿತ್ತು. ಅಷ್ಟೇ ಲಾಭದಾಯಕ ಉದ್ಯೋಗವಾಗಿದ್ದ ನ್ಯಾಯಾಂಗ ವೃತ್ತಿ ಎರಡನೆಯ ಆಕರ್ಷಣೆಯಾಗಿತ್ತು. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳು ಪರೀಕ್ಷಕ ಅಂಗಸಂಸ್ಥೆಗಳಾಗಿಯೇ ಮುಂದುವರಿದುವು. ಈ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳು ಮಾನವಿಕ ಮತ್ತು ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ಬೋಧನ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನ ಕಾರ್ಯಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಳ್ಳಲು ಭಾರತೀಯ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಕಾಯ್ದೆ (University Act) ಗಾಗಿ ಕಾಯುತ್ತಿದ್ದುವು. ಲಾರ್ಡ್ ಕರ್ಜನ್ನನ ಆಳ್ವಿಕೆಯ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ೧೯೦೪ರಲ್ಲಿ, ಈ ಕಾಯ್ದೆ ಮಂಜೂರಾಯಿತು. ಔದ್ಯೋಗಿಕ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ತಾಂತ್ರಿಕ ಶಿಕ್ಷಣ ವ್ಯವಸ್ಥೆಯನ್ನೂ ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕೆಂದು ಕರ್ಜನ್ನನೇ ಮೊದಲು ಪ್ರಯತ್ನಮಾಡಿದನು.

ಶಿಕ್ಷಣ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಆಂತರಿಕ ಕುಂದುಕೊರತೆಗಳು ಎಷ್ಟೇ ಇದ್ದಾಗ್ಯೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಸೇವಾಸಂಘಗಳ ಶ್ರದ್ಧಾಪೂರ್ಣ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಗಳು, ಹಾಗೂ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಪ್ರಗತಿ, ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಶಿಕ್ಷಣವನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದಂತಹ ಭಾರತೀಯ ಬುದ್ಧಿಜೀವಿಗಳು ಸ್ವಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದಲೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದುವು. ಈ ಬಗೆಯ ಪ್ರಚೋದನೆಯ ಫಲವಾಗಿ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಭಾರತೀಯರು ತಾವಾಗಿಯೇ ಮುಂದೆ ಬಂದು ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನು ಆರಂಭಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಿಸಿದರು. ಪ್ರತಿಭಾನ್ವಿತ ತರುಣರು ತೀವ್ರ ಉತ್ಸಾಹ ಮತ್ತು ಶ್ರದ್ಧೆಗಳಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದರು. ಹೀಗಾಗಿ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯ ಹೊತ್ತಿಗೆ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಭಾರತೀಯರ ಆಸಕ್ತಿ ಹೊಸ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯನ್ನು ಪಡೆದು ದೇಶದಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬೆಳವಣಿಗೆಗೆ ತಳಹದಿಯನ್ನು ಹಾಕಲು ನೆರವಾಯಿತು.

ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನ (Physical Science)

ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳಿಂದ ಹೊರಬಂದ ತರುಣ ಪದವೀಧರರಿಗೆ ಪ್ರಕೃತಿವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಸುಪರಿಚಿತ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಗಣಿತ ಮತ್ತು ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಸಂಶೋಧನೆಗಳೂ ಆಕರ್ಷಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದುವು. ಅವರಲ್ಲಿ ಕೆಲವರು ಅತ್ಯಲ್ಪ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಗಮನಾರ್ಹ ಕಾಣಿಕೆಗಳನ್ನಿತ್ತರು. ಉದಾಹರಣೆಗೆ: ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಸುತೋಷ ಮುಖರ್ಜಿ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ಶರೀರಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಜಗದೀಶ ಚಂದ್ರಬೋಸ್, ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ. ಸಿ. ರಾಯ್ ಸ್ವತ

ವಾಗಿ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾಗಿದ್ದಾಗಲೇ ಅಂದರೆ ತಮ್ಮ ಹದಿನಾರನೆಯ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ಅಸುತೋಷ ಮುಖರ್ಜಿ ಯೂಕ್ಲಿಡ್‌ನ ಮೊದಲನೆಯ ಸಂಪುಟದ ೨೫ನೆಯ ಪ್ರಮೇಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹೊಸ ಸಾಧನಾ ವಿಧಾನವನ್ನು ಮುಂದಿರಿಸುವ ತಮ್ಮ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರಬಂಧವನ್ನು ಬರೆದರು. ಅನಂತರ ದೀರ್ಘವೃತ್ತದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿ ಹೊಂದಿದ್ದ ಆಯ್ಲರನ ಸಮೀಕರಣ ವನ್ನು (Euler's Equation based on the properties of ellipse) ಬಿಡಿಸುವ ಹೊಸ ವಿಧಾನವೊಂದನ್ನು ನಿರೂಪಿಸಿದರು, ಶಾಂಕವ ಗಣಿತಗಳಿಗೆ ಅನ್ವಯಿಸುವ ಮಾಂಗೆಯ ಅವಕಲನೀಯ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು (Monge's Differential Equation applied to all conics) ಅಧ್ಯಯನ ಮಾಡಿದರು. ಜೆ. ಸಿ. ಬೋಸರ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳು 'ವಿದ್ಯುತ್ ತರಂಗಗಳು ಮತ್ತು ವಸ್ತುವಿನೊಡನೆ ಅವುಗಳ ಅಂತರ್‌ಕ್ರಿಯೆಗಳಿಗೆ (Electric waves and their interaction with matter) ಸಂಬಂಧಿಸಿದ್ದುವು. ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವ ಮತ್ತು ಅಳವಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಎದ್ದು ಕಾಣುವ ಸ್ವೋಪಜ್ಞತೆ ಇವರ ವೈಶಿಷ್ಟ್ಯ ವಾಗಿತ್ತು. ತಮ್ಮದೇ ಆದ ವಿಶಿಷ್ಟ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅವರು ಹಲವಾರು ಮಾದರಿಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸಿದರು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಯಾಂತ್ರಿಕ ಪ್ರೇರಣೆ ಅಥವಾ ದ್ಯುತಿ ಪ್ರೇರಣೆಯಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿತ್ತು. ಮುಂದೆ ಜೆ. ಸಿ. ಬೋಸ್ ಅವರು ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿನ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ 'ಮುಟ್ಟಿದರೆ ಮುನಿ' ಕುಲದ ಮಿಮೋಸಾ ಮತ್ತು ಶಾಲಿಪರ್ಣಿ (Desmodium Gyrans–ಟೆಲಿಗ್ರಾಫ್ ಸಸ್ಯ) ಸಸ್ಯಗಳಲ್ಲಿನ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯಾ ವಿಧಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಕೈಗೊಂಡರು. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಹತ್ತೊಂಬತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದ ಕೊನೆಯವೇಳೆಗೆ ಜೆ. ಸಿ. ಬೋಸ್ ಭಾರತದಲ್ಲಿನ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಅನ್ವೇಷಣೆಗಳ ಹೊಸ ಚೈತನ್ಯದ ಪ್ರತೀಕ ವಾಗಿದ್ದರು. ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ. ಸಿ. ರಾಯ್ ಅದುವರೆಗೂ ತಿಳಿಯದಿದ್ದ ಮರ್ಕ್ಯುರಸ್ ನೈಟ್ರೇಟ್ ಸಂಯುಕ್ತ ರೂಪುಗೊಳ್ಳುವುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲನೆಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಉದ್ಯಮವನ್ನು ಅಂದರೆ 'ದಿ ಬೆಂಗಾಲ್ ಕೆಮಿಕಲ್ ವರ್ಕ್ಸ್' ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದ (೧೯೦೦) ಕೀರ್ತಿಯೂ ಇವರದೇ ಆಗಿದೆ. ಈ ವೇಳೆಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಯೊಂದೂ ಪ್ರಕಾಶಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. 'ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಕಲ್ಟಿ ವೇಷನ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್' ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯು ೧೮೭೬ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿತವಾಗಿ ಕೇವಲ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ–ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರಕೃತಿ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಸಂಶೋಧನಾ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ–ಪರಿಣಮಿಸಿತು.

ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಭೌತ ಮತ್ತು ಜೈವಿಕ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳು ಭಾರತೀಯ ತರುಣ ಪ್ರತಿಭಾವಂತರನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಆಕರ್ಷಿಸಿದುವು. ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿನ

ತಮ್ಮ ಪ್ರತಿಭೆಯಿಂದಾಗಿ ಗಣೇಶಪ್ರಸಾದ್ ಮತ್ತು ರಾಮಾನುಜನ್ ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾದರು. ಸರ್ ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ವಿವರ್ತನ ವಿದ್ಯಮಾನ (Diffraction Phenomena) ಮತ್ತು ಬೆಳಕಿನ ಚದರುವಿಕೆಗೆ (Scattering of light) ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟಂತೆ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಹೊಸ ಕ್ಷಿತಿಜವನ್ನೇ ತೆರೆದು ತೋರಿದರು. ದ್ರವಗಳಮೇಲೆ ಕಿರಣಪುಂಜಗಳ ಪರಿಣಾಮವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಪ್ರಾಯೋಗಿಕವಾಗಿ ಸಿದ್ಧಪಡಿಸಿದುದರಿಂದ ಈ ಪ್ರಕ್ರಿಯೆಯನ್ನು, 'ರಾಮನ್ ಎಫೆಕ್ಟ್' (Raman Effect) ಎಂದೇ ಕರೆಯಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ರಾಮನ್ ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾದುದೂ ಇದರಿಂದಲೇ. ಈ ಸಂಶೋಧನೆ ಭಾರತೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಮಾನ್ಯತೆಯನ್ನು ತಂದುಕೊಟ್ಟಿತು. ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಈ ಸಂಶೋಧನೆಗಾಗಿ ರಾಮನ್ ಅವರಿಗೆ ೧೯೩೦ರಲ್ಲಿ ನೊಬೆಲ್ ಪಾರಿತೋಷಕವನ್ನು ಕೊಡಲಾಯಿತು. ಸರಿಸುಮಾರು ಇದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಭೌತವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು ಮಹತ್ವಪೂರ್ಣ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಖ್ಯಾತಿಗಳಿಸಿದರು. ಎಂ. ಎನ್. ಸಹಾ ಅವರು ಔಷ್ಣೀಯ ಅಯಾನೀಕರಣ ಮತ್ತು ವಿಸರಣ ಸಿದ್ಧಾಂತಗಳನ್ನು (Theories of Thermal Ionization & Radiation) ಪ್ರಕಟಿಸಿದರು. 'ತಾರಕೀಯ ರೋಹಿತ'ದ (Stellar Spectra) ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಮೊಟ್ಟಮೊದಲನೆಯ ಯಶಸ್ವೀ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ರೂಪಿಸಿದವರೂ ಇವರೇ. ಕೆ. ಎಸ್. ಕೃಷ್ಣನ್ ('ರಾಮನ್ ಎಫೆಕ್ಟ್' ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಲ್ಲಿ ಸಿ. ವಿ. ರಾಮನ್ ಅವರೊಡನೆ ಜೊತೆಗೂಡಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದವರು) ಸ್ಫಟಿಕರಚನೆಗಳ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣವಿಶ್ಲೇಷಣೆ ಮತ್ತು ತಾಪಾಯನಿಕಶಾಸ್ತ್ರ (X-ray analysis of Crystal structures & Thermionics) ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಅಪಾರವಾಗಿ ದುಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಎಚ್. ಜೆ. ಭಾಭಾ ಅವರು ದ್ವಿತೀಯಕ ಕಾಸ್ಮಿಕ್ ಕಿರಣಗಳ ಮೃದ್ವಂಶ ಅಥವಾ ಅಪ್ರವೇಶಾಂಶಗಳ ಉತ್ಪತ್ತಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸೋಪಾನಪಾತ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕಾಗಿಯೂ (Cascade theory concerning the genesis of the non-penetrating or the so-called 'Soft' component of Secondary cosmic rays), ಎಸ್. ಚಂದ್ರಶೇಖರ್ ಅವರು ನಕ್ಷತ್ರರಚನೆ ಮತ್ತು ನಕ್ಷತ್ರಚಲನಶಾಸ್ತ್ರ ಹಾಗೂ ನಕ್ಷತ್ರದ ಬಾಳ್ವೆಯ ಅಂತಿಮ ಸ್ಪಂದನದ (Stellar Structure and Stellar Dynamics as well as the final spasm of a star's life) ವಿಚಾರದಲ್ಲಿನ ತಮ್ಮ ಕಾಣಿಕೆಗಳಿಗಾಗಿಯೂ ಹೆಸರು ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಎಸ್. ಎನ್. ಬೋಸ್ ಅವರು ಆಲ್ಬರ್ಟ್ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್‌ರೊಂದಿಗೆ ಪರಿಶೋಧನೆ ಕೈಗೊಂಡು ಕ್ವಾಂಟಮ್ ಬಲವಿಜ್ಞಾನದ (Quantum Mechanics) ಬೋಸ್-ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ ಸಂಖ್ಯಾವಿಧಾನವನ್ನು (Bose-Einstein Statistics) ಪ್ರತಿಪಾದಿಸಿ ಕೀರ್ತಿಗಳಿಸಿದರು. ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಜೆ. ಸಿ. ಘೋಷ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೊಲೈಟ್‌ಗಳ

ಅಯಾನೀಕರಣ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು (Theory of Ionization of Electrolytes) ಅರ್ಥಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲು ಕೆಲವು ವಿವರಣೆಗಳನ್ನು ನೀಡಿದರು. ಎಸ್. ಎಸ್. ಭಟ್ನಗರ್ ಅವರು ಕಾಂತರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ (Magneto chemistry) ಮತ್ತು ಪಾಯಸೀಕರಣ (emulsion) ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕುರಿತು ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸಿದರು. ಭೂವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಡಿ. ಎನ್. ವಾಡಿಯಾ, ಸಂಖ್ಯಾಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಪಿ. ಸಿ. ಮಹಲನೊಬಿಸ್ ತಮ್ಮ ವೈಯಕ್ತಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧರಾದರು. ಬೀರ್‌ಬಲ್ ಸಾನಿಯವರು ಪ್ರಾಚೀನ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ (Paleo-Botany) ದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ. ಪಿ. ಮಹೇಶ್ವರಿ ಸಸ್ಯಭ್ರೂಣ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ (Plant Embryology)—ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಆವೃತಬೀಜಗಳ (Angio sperms) ವಿಚಾರ ದಲ್ಲಿ—ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಮೇಲೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿರುವ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ನಿರೂಪಣೆಯು ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ನಡೆದುಬಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳ ಸಮಗ್ರಚಿತ್ರವೆನಿಸಿದ್ದರೂ ಇದು ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಹೊಸದೃಷ್ಟಿ ಮತ್ತು ಹೊಸ ಸಾಧನೆಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸುವಂತಹುದಾಗಿದೆ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆ

ಇಪ್ಪತ್ತನೆಯ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಅನ್ವಯವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ ಗಳು ಸ್ಥಾಪಿತವಾದುವು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದವು ಇವು: ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್ಸ್‌ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಪೂಸಾ, ೧೯೦೩; ೧೯೩೬ರಲ್ಲಿ ನವದೆಹಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಯಿತು), ದಿ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಫಾರ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ (ಕಸೌಲಿ, ೧೯೦೬), ಫಾರೆಸ್ಟ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿ ಟ್ಯೂಟ್ (ಡೆಹ್ರಾಡೂನ್, ೧೯೦೬), ದಿ ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಡೈರಿ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಬೆಂಗಳೂರು, ೧೯೨೦), ದಿ ಆಲ್ ಇಂಡಿಯಾ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಪಬ್ಲಿಕ್ ಹೆಲ್ತ್ ಅಂಡ್ ಹೈಜಯೆನ್ (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೩೪) ಮತ್ತು ಮದ್ರಾಸ್ (ಗಿಂಡಿ), ಕೂನೂರ್, ಶಿಲ್ಲಾಂಗ್ ಮೊದಲಾದ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿರುವ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಶೋಧನ ಕೇಂದ್ರಗಳು. ಇವುಗಳೇ ಅಲ್ಲದೆ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ, ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ, ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ, ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ, ಗಣಿ ಮತ್ತು ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಹಲವಾರು ತಜ್ಞ ಸಂಘಗಳು ತಲೆಯೆತ್ತಿದುವು. ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ (ಬೆಂಗಳೂರು, ೧೯೧೧), ಬೋಸ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೧೭), ಕಾಟನ್ ಟೆಕ್ನಲಾಜಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಬೊಂಬಾಯಿ, ೧೯೨೪), ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಸ್ಟ್ಯಾಟಿಸ್‌ಟಿಕಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೩೧) ಮತ್ತು ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಲ್ಯಾಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ರಾಂಚಿ, ೧೯೨೫) ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ ಗಳನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಈ ಹೊತ್ತಿಗೆ

ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಅಕಾಡೆಮಿಗಳ ಸ್ಥಾಪನೆಗೆ ಕಾಲ ಕೂಡಿಬಂದಿತ್ತು. ೧೯೩೦ರಲ್ಲಿ ಅಲಹಾಬಾದಿನಲ್ಲಿ ದಿ ಯುನೈಟೆಡ್ ಪ್ರಾವಿನ್ಸಸ್ ಅಕಾಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು (ಈಚೆಗೆ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಕಾಡೆಮಿ–ದಿ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಅಕಾಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಎಂದು ಇದಕ್ಕೆ ಪುನರ್ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ.) ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ೧೯೩೪ರಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಅಕಾಡೆಮಿ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಅಕಾಡೆಮಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್) ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲಾಯಿತು. ೧೯೩೫ರಲ್ಲಿ ಕಲ್ಕತ್ತಾದಲ್ಲಿ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಸ್ಥೆ (ದಿ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸಸ್ ಆಫ್ ಇಂಡಿಯಾ)ಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. (ಅನಂತರ ಈ ಕಾರ್ಯಾಲಯವನ್ನು ನವದೆಹಲಿಗೆ ವರ್ಗಾಯಿಸಲಾಯಿತು.) ಭಾರತೀಯ ಸಂಶೋಧನ ನಿಧಿ ಸಂಘ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಫಂಡ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್)ವನ್ನು ೧೯೧೧ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು. ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾನಂತರ ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಶೋಧನ ಮಂಡಳಿ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್) ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಶೋಧನ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ಸುಸಂಘಟಿಸತೊಡಗಿದೆ. ೧೯೨೯ರಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾದ ದಿ ಇಂಪೀರಿಯಲ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸಂಸ್ಥೆಗೆ ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾನಂತರ ಭಾರತೀಯ ವ್ಯವಸಾಯ ಸಂಶೋಧನ ಮಂಡಳಿ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್) ಎಂದು ಪುನರ್ನಾಮಕರಣಮಾಡಲಾಯಿತು. ಈ ಸಂಸ್ಥೆ ಭಾರತದ ವ್ಯವಸಾಯಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪ್ರಗತಿಯ ವಿಚಾರಕ್ಕೆ ಗಮನಕೊಡುತ್ತಿದೆ.

೧೯೦೪ರ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಕಾಯ್ದೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳೂ ದಿಟ್ಟ ಹೆಜ್ಜೆಗಳನ್ನಿಡತೊಡಗಿದುವು. ಬಹು ಬೇಗನೆ ಕಲ್ಕತ್ತಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯವು ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿ ರೂಪುಗೊಂಡಿತು. ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಮುಖ ಶಾಖೆಗಳಿಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ ಹುದ್ದೆಗಳನ್ನು ಕಲ್ಕತ್ತಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಬಾರಿಗೆ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಯಿತು.

ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯವು ಲಭಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ, ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನದ ವಿಕಾಸಕ್ಕೆ ಭದ್ರವಾದ ತಳಹದಿ ದೊರೆತಿದ್ದಂತೆ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಅಂದಿನ ರಾಜಕೀಯ ವಿಪ್ಲವ ಹಾಗೂ ಸಾಮಾಜಿಕ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗಳು ದೇಶದ ಅಭ್ಯುದಯಕ್ಕೆ ನೆರವಾಗುವಂತಹ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ತಾಂತ್ರಿಕ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ಯೋಜನಾಬದ್ಧವಾಗಿ ವಿಕಾಸಗೊಳ್ಳಲು ನೆರವಾಗಲಿಲ್ಲ.

ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾನಂತರ

ಎರಡನೆಯ ಮಹಾ ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ, ೧೯೪೨ರಲ್ಲಿ ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರವು ದಿ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಅಂಡ್ ಇಂಡಸ್ಟ್ರಿಯಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ (ವೈಜ್ಞಾನಿಕ

ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಮಂಡಳಿ) ಎಂಬ ಸಂಸ್ಥೆಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಿದುದು ಈ ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಇಟ್ಟ ದಿಟ್ಟ ಹೆಜ್ಜೆಯಾಯಿತು. ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯಾನಂತರ ಭಾರತದ ಪ್ರಧಾನ ಮಂತ್ರಿಗಳೇ ಅದರ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದರು. ಅಂದಿನಿಂದಲೂ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯು ಯೋಜಿತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಪ್ರಮುಖ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಯಶಸ್ವಿಯಾಗಿ ಕೈಗೊಂಡಿದೆ. ೧೯೪೨-೪೩ರಲ್ಲಿ ಕೇಂದ್ರ ಸರ್ಕಾರ ನೀಡಿದ ೧೧ ಲಕ್ಷ ರೂಪಾಯಿಗಳ ಸಹಾಯಧನದಿಂದ ಪ್ರಾರಂಭ ವಾದ ಈ ಸಂಸ್ಥೆ ಕ್ರಮೇಣ ಬೆಳೆದು ಇಂದು ದೇಶದ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಯಾಗಿದೆ. ಈಗ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯ ವಾರ್ಷಿಕ ವೆಚ್ಚ ಸುಮಾರು ೧೭ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿಗಳು. ಇಂದು ರಾಷ್ಟ್ರದ ನಾನಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಸಂಸ್ಥೆ ೩೦ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳನ್ನೂ, ೬೦ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಾದೇಶಿಕ ಕಾರ್ಯಾಲಯಗಳನ್ನೂ ಹೊಂದಿದೆ. ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ : ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕೆಮಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಪೂನಾ, ೧೯೫೦), ನ್ಯಾಷನಲ್ ಫಿಸಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೊ ರೇಟರಿ (ನವದೆಹಲಿ, ೧೯೫೦), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಗ್ಲಾಸ್ ಅಂಡ್ ಸೆರಾಮಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೫೦), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಫುಡ್ ಟೆಕ್ನಲಾಜಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ನ್ಯಾಷನಲ್ ಮೆಟಲರ್ಜಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಜಮ್‌ಷೆಡ್‌ಪುರ, ೧೯೫೦), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಡ್ರಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಲಕ್ನೋ, ೧೯೫೧), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ರೋಡ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ದೆಹಲಿ, ೧೯೫೨), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋ ಕೆಮಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಕಾರೈಕುಡಿ, ೧೯೫೩), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಲೆದರ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಮದ್ರಾಸ್, ೧೯೫೩), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಬಿಲ್ಡಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ರೂರ್ಕಿ, ೧೯೫೩), ನ್ಯಾಷನಲ್ ಬೊಟಾನಿಕ್ ಗಾರ್ಡನ್ಸ್' (ಲಕ್ನೋ೬ ೧೯೫೩), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಪಿಲಾನಿ, ೧೯೫೩), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಸಾಲ್ಟ್ ಅಂಡ್ ಮೆರೀನ್ ಕೆಮಿಕಲ್ಸ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಭಾವನಗರ, ೧೯೫೪), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಮೈನಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸ್ಟೇಷನ್ (ಧನಬಾದ್, ೧೯೫೬), ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಬಯೋಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಅಂಡ್ ಎಕ್ಸ್‌ಪರಿ ಮೆಂಟಲ್ ಮೆಡಿಸಿನ್ (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೫೬), ರೀಜನಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಜಮ್ಮು–ಟಾವಿ, ೧೯೫೭), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಮೆಕ್ಯಾನಿಕಲ್ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ದುರ್ಗಾಪುರ, ೧೯೫೮), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಪಬ್ಲಿಕ್ ಹೆಲ್ತ್ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ನಾಗಪುರ, ೧೯೫೮), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಇಂಡಿಯನ್ ಮೆಡಿಸಿನಲ್ ಪ್ಲಾಂಟ್ಸ್ ಆರ್ಗನೈಸೇಷನ್ (ಲಕ್ನೋ, ೧೯೫೯), ನ್ಯಾಷನಲ್ ಏರೋನಾಟಿಕಲ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಬೆಂಗಳೂರು, ೧೯೫೯), ರೀಜನಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಜೊಹರ್ಹಾತ್, ೧೯೫೯), ಇಂಡಿಯನ್

ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಪೆಟ್ರೋಲಿಯಂ (ಡೆಹ್ರಾಡೂನ್, ೧೯೫೯), ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಇನ್‌ಸ್ಟ್ರುಮೆಂಟ್ಸ್ ಆರ್ಗನೈಸೇಷನ್ (ಚಂದೀಗಢ, ೧೯೫೯), ನ್ಯಾಷನಲ್ ಜಿಯೋಫಿಸಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ (ಹೈದರಾಬಾದ್, ೧೯೬೧), ರೀಜನಲ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಲ್ಯಾಬೊರೇಟರಿ (ಭುವನೇಶ್ವರ, ೧೯೬೪) ಸ್ಟ್ರಕ್ಚರಲ್ ಇಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸೆಂಟರ್ (ರೂರ್ಕಿ, ೧೯೬೫) ಮತ್ತು ನ್ಯಾಷನಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಓಷಯನೋಗ್ರಫಿ (ದೆಹಲಿ, ೧೯೬೬). ಇಂತಹ ಒಂದು ಸಂಕ್ಷಿಪ್ತ ಲೇಖನದಲ್ಲಿ ಈ ಪ್ರಯೋಗಾಲಯಗಳ ಸಿದ್ಧಿಸಾಧನೆಗಳ ಸಂಪೂರ್ಣ ವಿವರಗಳನ್ನು ನೀಡುವುದು ಅಸಾಧ್ಯ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ, ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳು ಮತ್ತು ಕಚ್ಚಾ ವಸ್ತುಗಳ ಅನ್ವೇಷಣೆ, ನವೀನ ವಿಧಾನಗಳನ್ನೂ, ಉತ್ಪಾದನೀಯ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ರೂಪಿಸುವುದು, ಆಮದುಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಾಗಿರುವ ಅಥವಾ ದುರ್ಲಭವಾಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಬಳಸಬಹುದಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು, ಕೈಗಾರಿಕೋದ್ಯಮಿಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಯಂತ್ರಗಳು, ಉಪಕರಣಗಳು ಮತ್ತು ಸಾಧನ ಸಲಕರಣೆಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು, ರಚಿಸುವುದು—ಈ ಬಗೆಯ ಹಲವಾರು ಕಾರ್ಯಗಳ ಮೂಲಕ ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಹೆಚ್ಚಳಕ್ಕೆ, ಸಂವರ್ಧನೆಗೆ ಕೇಂದ್ರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆ (CSIR) ಕಳೆದ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಸಾಕಷ್ಟು ಕಾಣಿಕೆ ನೀಡಿದೆ.

ಅದುರು ಸಂಪನ್ಮೂಲಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿಕೊಳ್ಳುವ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಕೆಳದರ್ಜೆಯ ಅದುರುಗಳ ಸಾರೀಕರಣ, ಅಪೇಕ್ಷಿತ ಮಟ್ಟದ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಉತ್ಪಾದನೆ, ದ್ಯುತ್ಯೋಪಕರಣಗಳ ಗಾಜುಗಳ ತಯಾರಿಕೆ, ಎಮ್ಮೆಯ ಹಾಲಿನಿಂದ ಮಕ್ಕಳ ಆಹಾರವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು, ಅಭ್ರಕ ಮತ್ತು ಪಿಂಗಾಣಿ ಧಾರಕಗಳು, ಉಕ್ಕುಗಳು ಮೊದಲಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದು, ಕಬ್ಬಿಣದ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳ ತಯಾರಿಕೆಯ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ರೂಪಿಸುವುದು, ವಿದ್ಯುತ್ ರಾಸಾಯನಿಕ ಉದ್ಯಮ, ಚರ್ಮ ಮತ್ತು ವಸ್ತ್ರೋದ್ಯಮಗಳಿಗೆ ನೆರವು ನೀಡುವುದು—ಇವು ಕೇಂದ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆಯ (CSIR) ಕೆಲವು ಗಮನಾರ್ಹ ಸಾಧನೆಗಳು.

ನಮ್ಮ ದೇಶದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಸ್ಥೆಯೆಂದರೆ ಬೊಂಬಾಯಿ ಬಳಿ ಇರುವ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿಕೇಂದ್ರ. ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನೆಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ರೂಪಿಸಲಾಗಿರುವ ಪರಮಾಣುವಿದ್ಯುತ್ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೂ ಈ ಸಂಸ್ಥೆಯೇ ಕಾರಣಭೂತವಾಗಿದೆ. ಮಹಾರಾಷ್ಟ್ರದ ತಾರಾಪುರ ಪರಮಾಣುವಿದ್ಯುತ್‌ಕೇಂದ್ರವು ಈ ವರ್ಷ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಉತ್ಪಾದನೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಲಿದೆ. ರಾಜಾಸ್ತಾನದ ರಾಣಾ ಪ್ರತಾಪ್‌ಸಾಗರ್ ಮತ್ತು ಮದ್ರಾಸಿನ ಕಲ್‌ಪಾಕ್ಕಂ ಪರಮಾಣುವಿದ್ಯುತ್ ಕೇಂದ್ರಗಳ ಯೋಜನೆಗಳೂ ಈಗಾಗಲೇ

ಕಾರ್ಯರೂಪಕ್ಕೆ ಬಂದಿವೆ. ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕೇಂದ್ರದ (ಈಚೆಗೆ ಇದಕ್ಕೆ ಭಾಭಾ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಶೋಧನ ಕೇಂದ್ರವೆಂದು ನಾಮಕರಣ ಮಾಡಲಾಗಿದೆ) ಐಸೋಟೋಪ್ ವಿಭಾಗವು ವಿವಿಧ ರೀತಿಯ ೩೫೦ ರೇಡಿಯೋ ಐಸೋಟೋಪ್‍ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ ಒದಗಿಸುತ್ತಿದೆ. ಭಾರತದಲ್ಲಿರುವ ೬೦ಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಐಸೋಟೋಪ್‍ಗಳನ್ನು ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಮತ್ತು ವ್ಯಾವಸಾಯಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ರೇಡಿಯೋ ರಾಸಾಯನಿಕಗಳನ್ನು ಪಥನಿರ್ದೇಶಕಗಳಾಗಿ (Tracers) ಬಳಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ಐಸೋಟೋಪ್ ವಿಭಾಗ ಇಂದು ವಿಕಿರಣ ಚಿತ್ರಣ(Radiographic) ಸೇವೆಯನ್ನೂ ಒದಗಿಸುತ್ತಿದೆ. ಔದ್ಯಮಿಕ, ವೈದ್ಯಕೀಯ ಮತ್ತು ಸಂಶೋಧನ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿನ ಬಳಕೆಗೆ ಆಂಟಿಮೊನಿ–ಬೆರಿಲಿಯಂ, ಪ್ಲುಟೋನಿಯಂ – ಬೆರಿಲಿಯಂ, ನ್ಯೂಟ್ರಾನ್ ಆಕರಗಳನ್ನೂ ಕೋಬಾಲ್ಟ್-೬೦ ಮತ್ತಿತರ ಪದಾರ್ಥಗಳನ್ನೂ ಒದಗಿಸಲಾಗುತ್ತಿದೆ. ತಾರಾಪುರ, ರಾಣಾ ಪ್ರತಾಪ್ ಸಾಗರ ಮತ್ತು ಕಲ್‍ಪಾಕ್ಕಂಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಥಾಪಿಸಲಾಗುತ್ತಿರುವ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ರಿಯಾಕ್ಟರುಗಳು ಕೋಬಾಲ್ಟ್-೬೦ನ್ನು ಮೆಗಾಕ್ಯೂರಿ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಬಲ್ಲುವೆಂದು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇವಲ್ಲದೆ ಅನೇಕ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ನಿಯಂತ್ರಣ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಕೇಂದ್ರವು ರಚಿಸಿ, ರೂಪಿಸುತ್ತಿದೆ.

ವ್ಯವಸಾಯ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿನ ಮೂಲಭೂತ ಹಾಗೂ ಅನ್ವಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗೆಂದೇ ಮೀಸಲಾಗಿರುವ ಮತ್ತೊಂದು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಯೆಂದರೆ ಭಾರತೀಯ ವ್ಯವಸಾಯ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರೀಸರ್ಚ್ ಇನ್‍ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್). ಉತ್ಪಾದನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ, ತಳಿ ಹಾಗೂ ಭೌತಿಕಾಂಶಗಳ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಉತ್ತಮಕರವಾಗಿರುವ ಮತ್ತು ಕ್ರಿಮಿಕೀಟಗಳನ್ನೂ, ರೋಗಗಳನ್ನೂ ಎದುರಿಸಬಲ್ಲ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಅನೇಕ ಬೀಜಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಈ ಸುಧಾರಿತಬೀಜಗಳು ವಿವಿಧ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಿಗೆ ಹೊಂದಿಕೊಳ್ಳುವ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿವೆ. ಉತ್ತಮ ಪರಿಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳೆಸಿದಾಗ ಅವುಗಳು ತೋರಿರುವ ಪ್ರತಿಕ್ರಿಯೆಯೂ ಉತ್ತಮತರವಾಗಿದೆ.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗೆ ಸರ್ಕಾರದ ಬೆಂಬಲ

ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಈಗ ಮುನ್ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನೂ ಸಂಘ ಸಂಸ್ಥೆಗಳನ್ನೂ ಕುರಿತು ವಿಚಾರಮಾಡುವಾಗ ಹತ್ತುವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆಯೇ ಪ್ರಚುರವಾದ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್‍ಪಾಲಿಸಿ ರೆಸಲ್ಯೂಷನ್ (ಭಾರತ ಸರ್ಕಾರದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ನೀತಿಯನ್ನು ಕುರಿತ ನಿರ್ಣಯ, ಮಾರ್ಚ್ ೧೯೫೮) ವನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕಾದುದು ಆವಶ್ಯಕ. ಈ ನಿರ್ಣಯದಲ್ಲಿ ಮೂಲಭೂತ, ಅನ್ವಯ ಮತ್ತು ಶೈಕ್ಷಣಿಕ ದೃಷ್ಟಿಗಳಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಳಕೆಯನ್ನು ಹಾಗೂ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ

ಸಂಶೋಧನೆಯ ತತ್ವವನ್ನು ಎಲ್ಲ ವಿಧಾನಗಳಿಂದಲೂ ಬೆಳೆಸಿ, ಬೆಂಬಲಿಸಿ ರಕ್ಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬರಬೇಕು, ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ರಾಷ್ಟ್ರಶಕ್ತಿಯ ಭಾಗವಾಗುವಂತೆ ಮಾನ್ಯಮಾಡಬೇಕು" ಎಂಬ ಅಂಶಗಳನ್ನು ಒತ್ತಿ ಹೇಳಲಾಗಿದೆ.

ಸ್ವಾತಂತ್ರ್ಯ ಲಭಿಸಿದಮೇಲೆ ಕಳೆದ ಇಪ್ಪತ್ತು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಭಾರತೀಯ ವ್ಯವಸಾಯ ಸಂಶೋಧನ ಮಂಡಳಿ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ರಿಸರ್ಚ್), ಭಾರತೀಯ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಸಂಶೋಧನ ಮಂಡಳಿ (ದಿ ಇಂಡಿಯನ್ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಮೆಡಿಕಲ್ ರಿಸರ್ಚ್), ಕೇಂದ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆ (ದಿ ಕೌನ್ಸಿಲ್ ಆಫ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಅಂಡ್ ಇಂಡಸ್ಟ್ರಿಯಲ್ ರಿಸರ್ಚ್) ಮತ್ತು ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಸಂಸ್ಥೆ (ದಿ ಅಟಾಮಿಕ್ ಎನರ್ಜಿ ಎಸ್ಟಾಬ್ಲಿಷ್‌ಮೆಂಟ್)ಗಳ ಕಾರ್ಯಚಟುವಟಿಕೆಗಳು ತೀವ್ರಗತಿಯಲ್ಲಿ ಗಮನಾರ್ಹ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಮುನ್ನಡೆದಿವೆ. ೧೯೪೮-೪೯ರಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೋಟಿ ಹತ್ತು ಲಕ್ಷ ರೂಪಾಯಿಗಳ ವೆಚ್ಚದ ಯೋಜನೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿದ್ದ ಈ ನಾಲ್ಕು ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ವೆಚ್ಚ ೧೯೫೯-೬೦ರಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಕೋಟಿ ನಲವತ್ತು ಲಕ್ಷ ರೂಪಾಯಿಗಳಷ್ಟಾಗಿದ್ದಿತು. ಅಂದರೆ ಹನ್ನೊಂದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ಈ ವೆಚ್ಚ ಹನ್ನೆರಡು ಮಡಿಯಾಗಿದೆ. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯಗಳ ಸಂಶೋಧನ ಯೋಜನೆಗಳಿಗೆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಧನಸಹಾಯ ಆಯೋಗವು (University Grants Commission) ಆರ್ಥಿಕ ನೆರವನ್ನು ನೀಡುತ್ತಿದೆ. ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ನಾಡಿನ ಆರ್ಥಿಕ ಅಭ್ಯುದಯಕ್ಕಾಗಿ ಯೋಜಿತ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಆಧುನಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರಗಳನ್ನು ಭಾರತದಲ್ಲಿ ಪೋಷಿಸಿಕೊಂಡು ಬರಲಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

ಭಾರತದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಗತಿಗೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳನ್ನೂ, ತಂತ್ರಜ್ಞರನ್ನೂ ಅಗತ್ಯವಾದ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಒದಗಿಸಬೇಕಾಗಿದೆಯೆಂಬ ವಿಚಾರವನ್ನು ಒತ್ತಿ ಹೇಳಬೇಕಾದ ಅಗತ್ಯವಿಲ್ಲ. ಕಳೆದ ಹದಿನೈದು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ (೧೯೫೦ ರಿಂದ ೧೯೬೫) ಸರ್ಕಾರ ಕೈಗೊಂಡ ಹಲವಾರು ಕ್ರಮಗಳಿಂದಾಗಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ದುಡಿಯುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರ ಸಂಖ್ಯೆ ಗಣನೀಯ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗೆ, ೧೯೫೦ರಲ್ಲಿ ೧೬,೦೦೦ವಾಗಿದ್ದ ಸ್ನಾತಕೋತ್ತರ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೯೬೫ರಲ್ಲಿ ೬೫,೦೦೦ಕ್ಕೆ ಏರಿತು. ಇದೇ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಪದವೀಧರರ ಸಂಖ್ಯೆ ೭೦,೦೦೦ದಿಂದ ೩,೭೦,೦೦೦ ಆಯಿತು. ಪದವೀಧರರು ಮತ್ತು ಡಿಪ್ಲೊಮಾ ಪ್ರಶಸ್ತಿ ಪಡೆದಿರುವವರನ್ನು ಸೇರಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಣತರ ಸಂಖ್ಯೆ ೫೦,೦೦೦ದಿಂದ ೩,೪೭,೦೦೦ಕ್ಕೇರಿದೆ. ವೈದ್ಯಕೀಯ ಪದವೀಧರರ ಸಂಖ್ಯೆ ೩೦,೦೦೦ವಿದ್ದದ್ದು ೬೦,೦೦೦ವಾಯಿತು. ಈ ಹೆಚ್ಚಳಗಳನ್ನು ಗಮನಿಸಿದರೆ ಭಾರತ

ದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿ ಐದು ಅಥವಾ ಏಳು ವರ್ಷಗಳಿಗೊಮ್ಮೆ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರ ಸಂಖ್ಯೆ ಇಮ್ಮಡಿಯಾಗುತ್ತಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗದಲ್ಲಿ ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಮತ್ತು ಪಿಎಚ್.ಡಿ. ಪದವಿಗಳನ್ನು ಪಡೆದವರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಶೇಕಡಾ ೩೦ರಷ್ಟು ಮಂದಿ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ತೊಡಗಿದ್ದಾರೆ. ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿನ ಈ ಸಂಖ್ಯಾಪ್ರಮಾಣ ಕೇವಲ ೮.೫% ರಷ್ಟಾಗಿದೆ. ಸಂಶೋಧನೆ ಮತ್ತು ಅಭಿವೃದ್ಧಿ ಯೋಜನೆಗಳಲ್ಲಿ ನೇಮಕಗೊಂಡಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರ ಸಂಖ್ಯೆ ೧೯೬೬ರಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೧೫,೦೦೦ವಾಗಿದ್ದಿತು. ಒಟ್ಟನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಕ್ಷೇತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಗೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಜ್ಞರ ಒಟ್ಟು ಸಂಖ್ಯೆ ಏಳು ಲಕ್ಷಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿತ್ತು.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಸರ್ಕಾರಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟರ ಮಟ್ಟನ ಆಸಕ್ತಿಯಿದೆಯೆಂಬ ವಿಚಾರ ಈ ಕೆಳಕಂಡ ಅಂಕಿ-ಅಂಶಗಳಿಂದ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುತ್ತವೆ : ೧೯೬೧-೬೨ರಲ್ಲಿ ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ ಇಲಾಖೆ ಮತ್ತು ಅದರಿಂದ ಸಹಾಯ ಪಡೆದ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ೧೮೦೦ ಮಂದಿ ತಂತ್ರಜ್ಞರೂ, ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳೂ ಕೆಲಸ ಮಾಡುತ್ತಿದ್ದು, ೮.೬ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಹಣವನ್ನು ಖರ್ಚು ಮಾಡಲಾಯಿತು. ಎರಡು ವರ್ಷಗಳ ಅನಂತರ ಈ ವೆಚ್ಚ ೧೧ ಕೋಟಿಗೇರಿತು. ತಂತ್ರಜ್ಞ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಸಂಖ್ಯೆ ೨,೧೦೦ಕ್ಕೇರಿತು. ಕೇಂದ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಮತ್ತು ಔದ್ಯೋಗಿಕ ಸಂಶೋಧನ ಸಂಸ್ಥೆ ಮತ್ತು ಇತರ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಈ ತೆರನಾದ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯು ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ.

ಮೊದಲನೆಯ ಪಂಚವಾರ್ಷಿಕ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ (೧೯೫೦-೫೧) ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ಸರ್ಕಾರದಿಂದ ವೆಚ್ಚವಾದ ಮೊಬಲಗು ೪.೭ ಕೋಟಿ. ಇದು ೧೯೫೫-೫೬ರಲ್ಲಿ ೧೨.೨ ಕೋಟಿಗೆ ಏರಿತು. ಎರಡನೆಯ ಪಂಚವಾರ್ಷಿಕ ಯೋಜನೆಯ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಈ ವೆಚ್ಚ ೩೦ ಕೋಟಿಗೆ ಏರಿತು (೧೯೬೦-೬೧). ಮೂರನೆಯ ಪಂಚವಾರ್ಷಿಕ ಯೋಜನೆಯಲ್ಲಿ ಈ ವೆಚ್ಚ ಸುಮಾರು ೭೦.೬ ಕೋಟಿಗೇರಿತು. (೧೯೬೫-೬೬). ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ರಾಜ್ಯಸರ್ಕಾರಗಳು ಮಾಡಿದ ವೆಚ್ಚ ೩.೮ ಕೋಟಿಗಳಿಂದ (೧೯೫೨-೫೩) ೧೦೩ ಕೋಟಿ ರೂಪಾಯಿಗಳಿಗೇರಿತು (೧೯೬೧-೬೨). ರಾಜ್ಯಸರ್ಕಾರಗಳು ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ವ್ಯವಸಾಯ, ಪಶುವೈದ್ಯ ಮತ್ತು ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಗಳಲ್ಲಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಗಾಗಿ ಹಣವನ್ನು ವೆಚ್ಚ ಮಾಡುತ್ತಿವೆ.

ಒಟ್ಟನಲ್ಲಿ ಹೇಳುವುದಾದರೆ, ಈಗ ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳು ಸರ್ವತೋಮುಖವಾಗಿ ನಡೆಯಲು ಸುಭದ್ರ ತಳಹದಿಯು ಏರ್ಪಟ್ಟಿದೆ. ದೇಶದ ಏಳಿಗೆಯು ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ತಂತ್ರಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಂದಲೇ

ಸಾಧ್ಯ ಎಂದು ರಾಜಕಾರಣಿಗಳಿಗೂ ಅರ್ಥಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಗೂ ಮನವರಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಹಾಗೂ ತಾಂತ್ರಿಕ ಸಂಶೋಧನೆಗಳ ಪೋಷಣೆಗೆ ಸರಕಾರವು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಗಮನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತಿದೆ.

ಈ ಸಂಪುಟದ ಲೇಖಕರು

೧. **ಆರ್. ಎಲ್. ನರಸಿಂಹಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೦೨, ಹಿರಿಯೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಅಲಹಾಬಾದ್, ೧೯೨೯), ನಿವೃತ್ತ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು. ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿ.ವಿ., ಅಖಿಲ ಭಾರತ ಮಾನಸಾರೋಗ್ಯ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಆಹ್ವಾನಿತ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ, ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವಕೋಶದ ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಪಾದಕರಾಗಿ, ವಿಶ್ವೇಶ್ವರಯ್ಯ ಮ್ಯೂಸಿಯಂನ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸ್ವದೇಶೀ ವಿದೇಶೀ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ಹನ್ನೆರಡು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳು, **ಶಕ್ತಿ, ಜಗತ್ತುಗಳ ಹುಟ್ಟುಸಾವು, ನಕ್ಷತ್ರ ದರ್ಶನ** ಮುಂತಾದ ಆರೇಳು ಸ್ವಂತ ಕೃತಿಗಳು, ಎರಡು ಅನುವಾದಗಳು, ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳು. ರಿಕ್ಟ್‌ಮೇಯರ್‌ರವರ **ಮಾಡರ್ನ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್** ಗ್ರಂಥದ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದವನ್ನು ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಕಟಿಸಲಿವೆ. ವಿಳಾಸ: ೨೯೯ ಸಿ, ನಾಲ್ಕನೇ ಬ್ಲಾಕು, ಜಯನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು-೧೧.

೨. **ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್** (ಜ. ೧೯೦೬, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೫), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.(ಬೊಂಬಾಯಿ, ೧೯೨೭), ಎಲ್‌ಎಲ್.ಬಿ.(ಬೊಂಬಾಯಿ, ೧೯೨೯), ನಿವೃತ್ತ ಕಾಲೇಜು ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು; ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಆಚಾರ್ಯ ಪಾಠಶಾಲೆ ಕಾಲೇಜಿನ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ವಿ. ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು. ವಿಳಾಸ: ೨೪/೩೭, ಬಾಂದುನವರ ಬೀದಿ, ಬಸವನಗುಡಿ, ಬೆಂಗಳೂರು-೪.

೩. **ವಿ. ಕೆ. ದೊರೆಸ್ವಾಮಿ** (ಜ. ೧೯೧೯, ವಿಠಲಾಪುರ, ಕೃಷ್ಣರಾಜಪೇಟೆ ತಾ.), ಬಿ.ಎ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೭), ಬಿ.ಎಲ್. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೬), ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಜಯಚಾಮರಾಜೇಂದ್ರ ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಈ ಮೊದಲು ವಿವಿಧ ಶಾಲಾಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ ಕೆಲಕಾಲ ವಕೀಲಿ ವೃತ್ತಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಇದ್ದರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ಸಂಖ್ಯಾ ವಿನೋದ, ಮನರಂಜನೆಯ ಗಣಿತ** (ಅನುವಾದ), **ಹಾಸ್ಯ ಲೇಖನಗಳು** ಮುಂತಾದ ಏಳೆಂಟು ಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಶಾಲಾಕಾಲೇಜುಗಳಿಗೆ ಗಣಿತ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು, ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳು.

೪. **ಬಿ. ಎ. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿರಾವ್** (ಜ. ೧೯೦೬, ತುಮಕೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೮), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೩೩), ನಿವೃತ್ತ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು; ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕಬಳ್ಳಾಪುರದ ಮುನಿಸಿಪಲ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ವಿ. ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಮಧ್ವಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಕುರಿತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಗ್ರಂಥ, ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಲೇಖನಗಳು.

೫. **ಕೆ. ಸುಬ್ಬಾಭಟ್ಟ** (ಜ. ೧೯೦೧, ಶೃಂಗೇರಿ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕಲ್ಕತ್ತ), ನಿವೃತ್ತ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಕಾಲೇಜು ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು.

ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು—ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಆರು, ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಂದು ; ಅಲ್ಲದೆ ಎ. ಜೆ. ಮೀ. ಅವರ **ಭೌತರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರ** ಮತ್ತು ಜೆ. ಆರ್. ಪಾರ್ಟಿಂಗ್‌ಟನ್‌ರವರ **ಇನಾರ್ಗ್ಯಾನಿಕ್ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರ**ದ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದಗಳು ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿವೆ. ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನದ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಪುಸ್ತಕಗಳೂ ಕೆಲವು ಲೇಖನಗಳೂ ಸಹ ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ವಿಳಾಸ: ೨೮೦೮, ಜಯನಗರ, ಮೈಸೂರು-೪.

೬. **ಎಚ್. ಜಿ. ಸುಬ್ಬರಾವ್** (ಜ, ೧೯೨೨, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ.(ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೫), ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಯುವ ರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು.

೭. **ಸಾ. ಸಂ. ವೆಂಕಟಸ್ವಾಮಿಶೆಟ್ಟಿ** (ಜ. ೧೯೨೩, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕಾಶಿ), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಕಾಶಿ), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜು ಬೆಂಗಳೂರು. ಈ ಮೊದಲು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿಳಾಸ: ೧೮೬, ಎರಡನೆ ಮೇನ್, ೧೦ನೆ ಕ್ರಾಸ್, ಮಲ್ಲೇಶ್ವರಂ, ಬೆಂಗಳೂರು-೩

೮. **ಯು. ಎಲ್. ಆಚಾರ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೦, ಉಡುಪಿ), ಎಂ. ಎ. (ಮದ್ರಾಸ್, ೧೯೪೦), ಎಲ್. ಟಿ. (ಮದ್ರಾಸ್, ೧೯೪೨), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಎಂ. ಜಿ. ಎಂ. ಕಾಲೇಜು, ಉಡುಪಿ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ, ಅವ್ಯಕ್ತಮಾನವ** (ಅಲೆಕ್ಸಿಸ್ ಕ್ಯಾರೆಲ್ ಅವರ **ಮ್ಯಾನ್ ದಿ ಅನ್ನೋನ್** ಪುಸ್ತಕದ ಅನುವಾದ–ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), ಮುಂತಾಗಿ ಆರೇಳು ಪುಸ್ತಕಗಳು ; ಇನ್ನೂ ಮೂರು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿವೆ.

೯. **ಡಿ. ರಂಗಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೫, ದ್ವಾರನಕುಂಟೆ, ಶಿರಾ ತಾ.), ಬಿ,ಎಸ್‌ಸಿ (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೮), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೧), ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : **ಭೂವಿಜ್ಞಾನ** (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), **ಭೂ ಇತಿಹಾಸ, ಭಾರತದ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ** (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ).

೧೦. **ಎಸ್. ವರದರಾಜನ್** (ಜ. ೧೯೨೩, ಚಾಮರಾಜನಗರ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.(ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೪), ಪಿಎಚ್.ಡಿ.(ಕಾಶಿ,೧೯೬೪), ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ವಿ. ವಿ. ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ವಿಜ್ಞಾನ ಸಂಶೋಧನೆ, ಭೂವಿಜ್ಞಾನ**(ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), **ಕರ್ಣಾಟಕದ ಖನಿಜ ನಿಕ್ಷೇಪಗಳು** (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), **ಭಾರತದ ಭೂವಿಜ್ಞಾನ** (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), ಅಲ್ಲದೆ ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನಗಳು.

೧೧. **ಕೆ. ಸದಾಶಿವ** (ಜ. ೧೯೩೩, ಕೊಪ್ಪ), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ, (ಮೈಸೂರು), ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಜೆ. ಎಸ್. ಎಸ್. ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : **ನಲ್ಲಿಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಬಂತು** (ಕಥಾಸಂಕಲನ), **ಅಪರಿಚಿತರು** (ಅಚ್ಚಿನಲ್ಲಿರುವ ಕಥಾಸಂಕಲನ).

೧೨. **ಎನ್. ಎಸ್. ವೀರಪ್ಪ** (ಜ. ೧೯೧೦, ಸಾತನೂರು, ಕನಕಪುರ ತಾ.), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೩೬), ಬಿ. ಟಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ವಿಜ್ಞಾನ ಶಿಕ್ಷಣದ ಡಿಪ್ಲೊಮ (ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್), ಡಾಕ್ಟರ್ ಆಫ್ ಎಜುಕೇಷನ್ (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೧), ನಿವೃತ್ತ

ಶಿಕ್ಷಣಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ಚಾರ್ಲ್ಸ್ ಡಾರ್ವಿನ್, ಮೈಕೇಲ್ ಫ್ಯಾರಡೆ, ಲೆನಿನ್, ಐಸ್ಯಾಕ್ ನ್ಯೂಟನ್** (ಜೀವನ ಚರಿತ್ರೆಗಳು), ಎರಡು ಕವನ ಸಂಕಲನಗಳು, ಎರಡು ನಾಟಕಗಳು, ಎರಡು ಕಾದಂಬರಿಗಳು, ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಶಿಕ್ಷಣಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಏಳೆಂಟು ಪುಸ್ತಕಗಳು, ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳು.

೧೩. **ಎನ್. ಶ್ರೀಕಂಠ** (ಜ. ೧೯೨೮, ನಂಜನಗೂಡು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ.(ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು.

೧೪. **ಡಿ. ಎಸ್. ಶಿವಪ್ಪ** (ಜ. ೧೯೧೬, ದೊಡ್ಡಬಳ್ಳಾಪುರ), ಎಂ.ಬಿ.ಬಿ.ಎಸ್. (ಮೈಸೂರು), ಎಂ. ಡಿ. (ದೆಹಲಿಯ ವೈದ್ಯಕೀಯ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಅಖಿಲಭಾರತ ಸಂಸ್ಥೆ), ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಮೈಸೂರು ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜು. ಹಿಂದೆ ೧೫ ವರ್ಷಗಳಿಗೂ ಹೆಚ್ಚುಕಾಲ ವೈದ್ಯಕೀಯ ಇಲಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವಕೋಶದ ಸಂಪಾದಕ ಮಂಡಳಿ ಮತ್ತು ಇಂಗ್ಲಿಷ್-ಕನ್ನಡ ನಿಘಂಟಿನ ಪರಿಷ್ಕರಣ ಸಮಿತಿಯ ಸದಸ್ಯರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ಜೀವಂತಭೂಮಿ** (ಅನುವಾದ), ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಲೇಖನಗಳು.

೧೫. **ವೈ. ವಿ. ಇಂದಿರಾಬಾಯಿ**, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು.

೧೬. **ಟಿ. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯ** (ಜ. ೧೯೦೫, ಹಾನಗಲ್ಲು, ಅರಕಲಗೂಡು ತಾ.), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೫), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೩೩), ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೪), ಅಸೋಸಿಯೇಟ್ ಆಫ್ ದಿ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್ (ಲಂಡನ್), ನಿವೃತ್ತ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಸಂಶೋಧನಾಲೇಖನಗಳು, ಶಾಲಾಕಾಲೇಜುಗಳಿಗಾಗಿ ಬರೆದ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು (ಮೂರು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ, ಮೂರು ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಲ್ಲಿ), ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾದ ಲೇಖನಗಳು ಅಲ್ಲದೆ ಫ್ರೆಂಚ್ ಭಾಷೆಯಿಂದ ಮೋಲಿಯರ್‌ರವರ ಮೂರು ನಾಟಕಗಳನ್ನೂ, ಲಫಾಂಟೇನ್‌ರವರ ಕೆಲವು ಕಥೆಗಳನ್ನೂ, ಇಂಗ್ಲಿಷ್‌ನಿಂದ ಬೆನ್ ಜಾನ್ಸನ್, ಷೇಕ್ಸ್‌ಪಿಯರ್, ಸಫೋಕ್ಲಿಸ್ ಅವರ ಕೃತಿಗಳನ್ನೂ ಕನ್ನಡಕ್ಕೆ ಅನುವಾದಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿಳಾಸ: ೬೨ (೧೧), ಈಸ್ಟ್ ಆಂಜನೇಯ ಗುಡಿ ರಸ್ತೆ, ಬೆಂಗಳೂರು-೪.

೧೭. **ಕೆ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್**-"**ಅರ್ನೆಸ್ಟ್ ರುದರ್ಫರ್ಡ್**" ಬರೆದಿರುವವರು-(ಜ. ೧೯೨೦, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೨), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ.(ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೩), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ)-ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ. ವಿಳಾಸ: 'ಶಾಂತಿ', ೧೧ನೇ ಮೇನ್, ಸರಸ್ವತಿಪುರಂ, ಮೈಸೂರು-೫.

೧೮. **ಎ. ನಾಗಭೂಷಣರಾವ್ ಸಿಂಧೆ** (ಜ. ೧೯೩೯, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೧), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೩), ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ಅಧ್ಯಾಪಕ, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ನೈಲಾನ್ ಸಾಕ್ಸ್** (ಕಥಾಸಂಕಲನ), ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ, ಮೊದಲಾದ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು, ಕಥೆಗಳು.

೧೯. **ಎಚ್ ಸಂಜೀವಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೯, ಕಲ್ಲೂರು, ಗುಬ್ಬಿ ತಾ.), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು) ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೬.

೨೦. **ಎ. ಆರ್. ವಾಸುದೇವಮೂರ್ತಿ** (ಜ. ೧೯೨೫), ಬಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು' ೧೯೪೫), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೭), ಡಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೪),. ಇನಾರ್ಗ್ಯಾನಿಕ್ ಮತ್ತು ಮಿನರಲ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್, ಬೆಂಗಳೂರು. ಈ ಮೊದಲು ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ಧರು. ಸುಮಾರು ೮೫ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿರುವ ಶ್ರೀಯುತರು ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಗೋಷ್ಠಿಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಗವಹಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಅಖಿಲಭಾರತ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಸಂಸ್ಥೆಗಳ ಆಡಳಿತ ಮಂಡಳಿಗಳ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದಾರೆ; ಕನ್ನಡ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

೨೧. **ಕೆ. ಶ್ರೀನಿವಾಸನ್–"ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನ–ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ವರ್ಷಗಳ ಪ್ರಗತಿ"** ಬರೆದಿರುವವರು–(ಜ. ೧೯೨೩, ಲಕ್ಷ್ಮೀಪುರಂ, ಆಂಧ್ರದ ಚಿತ್ತೂರು ಜಿಲ್ಲೆ), ಬಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೫), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್, ೧೯೬೬). ಬೆಂಗಳೂರಿನ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕಾಲೇಜು, ಸೆಂಟ್ ಜೋಸೆಫ್ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದು, ೧೯೬೨–೧೯೬೪ರಲ್ಲಿ ಪೆನ್ಸಿಲ್ವೇನಿಯ ವಿ. ವಿ. ದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿದ್ದು, ತರುವಾಯ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಖಾಸಗಿ ಆರ್ಟ್ಸ್ ಮತ್ತು ಸೈನ್ಸ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರಾಗಿದ್ದ ಶ್ರೀಯುತರು ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಅಮೆರಿಕದಲ್ಲಿ ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್ ಸ್ಟೇಟ್ ಯೂನಿವರ್ಸಿಟಿ, ಬಫೆಲೋದಲ್ಲಿ ಪೋಸ್ಟ್ ಡಾಕ್ಟೊರಲ್ ಫೆಲೊ ಆಗಿದ್ದಾರೆ. ಹತ್ತಾರು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ಕನ್ನಡ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳನ್ನೂ ಪ್ರಕಟಿಸಿದ್ದಾರೆ.

೨೨. **ಜೆ. ಆರ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೧, ಜಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು ೧೯೪೨), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನ ವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್ ; ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲಿಷ್–ಕನ್ನಡ ನಿಘಂಟುವಿನ ಪರಿಷ್ಕರಣ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಬ್ಬ ಸಂಪಾದಕರು. **ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ**ದ ಚಿನ್ನದ ಸಂಚಿಕೆ ಹಾಗೂ **ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕ**ದ ಸಂಪಾದಕರು. ಪ್ರಕಟಣೆ: **ಪರಮಾಣು ಚರಿತ್ರೆ, ಗೆಲಿಲಿಯೊ** (ಮಕ್ಕಳಿಗಾಗಿ), **ಇಂದಿನ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ನೀವು** (ಅನುವಾದ), ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಯುಲ್ಲೊಂದು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆ ಮತ್ತು ಹತ್ತಾರು ಇಂಗ್ಲಿಷ್ ಮತ್ತು ಕನ್ನಡ ಲೇಖನಗಳು. ವಿಳಾಸ: ವೈತ್ರಿ, ೧೨ನೇ ಮೇನ್ ರಸ್ತೆ, ಸರಸ್ವತಿಪುರಂ, ಮೈಸೂರು-೫.

೨೩. **ಡಿ. ಎ. ಗೋವಿಂದಪ್ಪ** (ಜ. ೧೯೨೩, ಹೊಸದುರ್ಗ), ಬಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಟೊರಾಂಟೊ), ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, (ಮೈಸೂರು)–೬. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು; ಸ್ವದೇಶೀ ವಿದೇಶೀ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಪ್ಪತ್ತಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳು.

೨೪. **ಎಂ. ಆರ್. ರಾಘವೇಂದ್ರರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೪, ಹೊನ್ನಾಳಿ), ಬಿ.ಎಸ್ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್((ಮೈಸೂರು), ಎ.ಐ.ಐ.ಎಸ್ಸಿ. (ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್), ಎಂ.ಎಸ್ಸಿ. (ಬೊಂಬಾಯಿ) ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಇಲಿನಾಯ್), ಪುಣೆಯ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ರಾಸಾಯನಿಕ

ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿ. ಈ ಮೊದಲು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಮತ್ತು ಇಂಡಿಯಾನಾ ವಿ.ವಿ. ಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ, ಇಲಿನಾಯ್ ವಿ.ವಿ.ದಲ್ಲಿ ಆಹ್ವಾನಿತ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ, ಜಪಾನಿನ ಕ್ಯೋಟೊ ವಿ. ವಿ.ದಲ್ಲಿ ರಾಕ್‌ಫೆಲರ್ ಫೆಲೊ ಆಗಿ, ಲಕ್ನೋ ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಡ್ರಗ್‌ರಿಸರ್ಚ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟನಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳು, ಮೈಸೂರು ವಿ. ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆ, ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೨೫. **ಎಂ. ಎನ್. ವಿಶ್ವನಾಥಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೧, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಪಿಎಚ್.ಡಿ (ಲಂಡನ್, ೧೯೫೯), ಭೂ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು; ವಿಜ್ಞಾನ ಭಾಗದ ಡೀನರು. "ಇಂಡಿಯನ್ ಮಿನರಾಲಜಿಸ್ಟ್" ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪತ್ರಿಕೆಯ ಸಂಪಾದಕರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲಪೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ **ನಮ್ಮ ಭೂಮಿ, ವಿಜ್ಞಾನ ಮಹರ್ಷಿಗಳು** (ಸಹ ಲೇಖಕರೊಡನೆ) ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕಗಳು, ಹತ್ತು ಲೇಖನಗಳು.

೨೬. **ಬಿ. ವಿ. ಗೋವಿಂದರಾಜುಲು** (ಜ. ೧೯೨೫, ರಾಮನಗರಂ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೭), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಲಂಡನ್, ೧೯೫೯), ಭೂವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತೈದು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲದೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ **ವಿಜ್ಞಾನ ಮಹರ್ಷಿಗಳು** (ಸಹ ಲೇಖಕರೊಡನೆ), **ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಜೀವನ ಚಿತ್ರಗಳು** ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕಗಳು, ಸುಮಾರು ಇಪ್ಪತ್ತು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೨೭. **ಎಸ್. ಬಿ. ಬೊಂದಾಡೆ** (ಜ. ೧೯೦೬, ಕೊಟ್ಟೂರು, ಬಳ್ಳಾರಿ ಜಿಲ್ಲೆ), ಬಿ.ಎ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೫), ಎಲ್‌ಎಲ್.ಬಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೭), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಲಂಡನ್, ೧೯೩೧), ನಿವೃತ್ತ ಡೈರೆಕ್ಟರು, ಕೊಲಿಜಿಯೇಟ್ ಶಿಕ್ಷಣ ಇಲಾಖೆ, ಮೈಸೂರು. ಹಿಂದೆ ಮದರಾಸು ಪ್ರೆಸಿಡೆನ್ಸಿ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಭೌತ ವಿಜ್ಞಾನದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ, ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನ ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರಾಗಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿಳಾಸ: ರುಕ್ಮಾಲಯ, ೩೭, ನಾಲ್ಕನೇ ಮೇನ್ ರಸ್ತೆ, ಮಲ್ಲೇಶ್ವರಂ, ಬೆಂಗಳೂರು-೩.

೨೮. **ಎಸ್. ವಿ. ರಾಮರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೦, ಬೆಂಗಳೂರು), ಎಂ.ಬಿ.ಬಿ.ಎಸ್. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೪), ಡಿ.ಪಿ.ಎಚ್. (ಕಲ್ಕತ್ತ, ೧೯೫೦), ಎಂ.ಪಿ.ಎಚ್. (ಜಾನ್ಸ್ ಹಾಪ್‌ಕಿನ್ಸ್, ಬಾಲ್ಟಿಮೋರ್), ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಬಳ್ಳಾರಿ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜು. ಈ ಮೊದಲು ಸಾರ್ವಜನಿಕ ಆರೋಗ್ಯ ಇಲಾಖೆಯಲ್ಲಿ ತಾಲ್ಲೂಕು, ಜಿಲ್ಲಾ, ಅಧಿಕಾರಿಗಳಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕನ್ನಡ ಸಾಪ್ತಾಹಿಕ, ಮಾಸಿಕಗಳಲ್ಲಿ ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳು.

೨೯. **ಎಸ್. ಜಿ. ರಾಮಚಂದ್ರ** (ಜ. ೧೯೨೪, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಇ. (ಮೈಸೂರು), ಎ.ಐ.ಐ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್), ಚೀಫ್ ಎಂಜಿನಿಯರ್,

ಕಿರ್ಲೋಸ್ಕರ್ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಕಂ., ಬೆಂಗಳೂರು. ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಎಂಜಿನಿಯರ್ಸ್ ಮೈಸೂರು ವಿಭಾಗದ ಗೌರವ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ; ಇಂಡಿಯನ್ ಸ್ಟ್ಯಾಂಡರ್ಡ್ಸ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಷನ್ನಿನ ಹಲವಾರು ಸಮಿತಿಗಳ ಸದಸ್ಯರು. ವಿಳಾಸ: ೯೪, ಹನ್ನೊಂದನೆಯ ಕ್ರಾಸ್, ಮಲ್ಲೇಶ್ವರಂ, ಬೆಂಗಳೂರು-೩.

೩೦. **ಎಂ. ಪುಟ್ಟರುದ್ರಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೧೯, ಮಾಗಡಿ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್., ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ), ಶಿಕ್ಷಣ ನಿರ್ದೇಶಕರು ಮತ್ತು ಕೀಟ ಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಕೃಷಿ ವಿ.ವಿ., ಹೆಬ್ಬಾಳು. ಹಿಂದೆ ಮೈಸೂರು ಸರ್ಕಾರದಲ್ಲಿ ಕೀಟ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ಸಂರಕ್ಷಣಾಧಿಕಾರಿಗಳಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕೀಟಶಾಸ್ತ್ರ ಮತ್ತು ಸಸ್ಯ ಸಂರಕ್ಷಣೆಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಹಲವಾರು ತಾಂತ್ರಿಕ ಲೇಖನಗಳು ಮತ್ತು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಕೃಷಿವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಅನೇಕ ಲೇಖನಗಳು.

೩೧. **ಬಿ. ವಿ. ವೆಂಕಟರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೦, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಟೆಕ್ (ಕಾಶಿ) ಡಿಪ್ಲೊಮ ಇನ್ ಸಾಯಿಲ್ ಸ್ಯಾಲಿನಿಟಿ (ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ), ಡಿಪ್ಲೊಮ ಇನ್ ಸಾಯಿಲ್ ಫರ್ಟಿಲಿಟಿ (ಇಲಿನಾಯ್), ಕೃಷಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಸಹ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು ಮತ್ತು ಪ್ರಕಟಣಶಾಖೆ ಕಾರ್ಯದರ್ಶಿ, ಕೃಷಿ ವಿ.ವಿ., ಹೆಬ್ಬಾಳು. "ಮೈಸೂರು ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ಅಗ್ರಿಕಲ್ಚರಲ್ ಸೈನ್ಸಸ್" ಪತ್ರಿಕೆಯ ಸಂಪಾದಕರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಸುಮಾರು ನಲವತ್ತು ಸಂಶೋಧನ ಲೇಖನಗಳು ಮತ್ತು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ನೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೩೨. **ಎಲ್. ಸೀಬಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೦೫, ಮೈಸೂರು-ಮ. ೧೯೬೩, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೫), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೩೩), ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮದರಾಸು, ೧೯೪೦). ಲಂಡನ್ನಿನ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್ ಮತ್ತು ರಾಯಲ್ ಆಸ್ಟ್ರನಾಮಿಕಲ್ ಸೊಸೈಟಿಗಳ ಸದಸ್ಯರಾಗಿದ್ದರು. ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ. ದಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರೂ ಕಾಲೇಜು ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರೂ ಆಗಿದ್ದು ನಿವೃತ್ತರಾಗಿದ್ದರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲದೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ **ಪರಮಾಣುಶಕ್ತಿ**, ಎರಡು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು (ಸಹ ಲೇಖಕರೊಡನೆ), ಮತ್ತು ಹಲವಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೩೩. **ಬಿ. ಸಂಜೀವಯ್ಯ**, ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೨), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಬ್ರಿಸ್ಟಲ್ ೧೯೬೨), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರ-೬. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನ ಗಳು.

೩೪. **ಎಸ್. ಆರ್. ಮಾಧುರಾವ್** (ಜ. ೧೯೩೨, ತುಮಕೂರು), ಬಿ ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು), ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕ, ಜೆ.ಎಸ್.ಎಸ್. ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು.

೩೫. **ಎನ್. ಕೃಷ್ಣಸ್ವಾಮಿ** (ಜ. ೧೯೨೬, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೮), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಸೀನಿಯರ್ ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಆಫೀಸರ್, ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ಸ್ ಆಂಡ್ ರೇಡಾರ್ ಡೆವಲಪ್‌ಮೆಂಟ್ ಎಸ್ಟಾಬ್ಲಿಷ್‌ಮೆಂಟ್ (ಎಲ್. ಆರ್. ಡಿ. ಇ.), ಬೆಂಗಳೂರು. ಈ ಮೊದಲು ಬೆಂಗಳೂರು ವಿಜಯ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ

ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಮತ್ತು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಅಖಿಲಭಾರತ ಮಾನಸಿಕ ಆರೋಗ್ಯಸಂಸ್ಥೆ, ಮದರಾಸಿನ ಡಿಫೆನ್ಸ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಫಿಸಿಯಾಲಜಿ ಸಂಸ್ಥೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಲೆಕ್ಟ್ರಾನಿಕ್ ಉಪಕರಣಗಳ ಬಗ್ಗೆ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ವಿದ್ಯಾರ್ಥಿಯಾದಾಗಿನಿಂದಲೂ **ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ**ಕ್ಕೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳನ್ನು ಬರೆಯುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.

೩೬. **ಸಿ. ಕೆ. ವೆಂಕಟನರಸಿಂಹಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೧, ಚಾಮರಾಜನಗರ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೬. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ (ಸಹ ಲೇಖಕರೊಡನೆ), ಅಲ್ಲದೆ ನ್ಯೂಮನ್ ಮತ್ತು ಸರ್ಲ್‌ರವರ **ಪ್ರಾಪರ್ಟೀಸ್ ಆಫ್ ಮ್ಯಾಟರ್** ಗ್ರಂಥದ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದವನ್ನು ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಲಿದೆ.

೩೭. **ಎಚ್. ಎಸ್. ವೆಂಕಟರಾಮಯ್ಯ**, ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ನಿವೃತ್ತ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜು. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಬಿ.ಎಂ.ಎಸ್. ಎಂಜಿನಿಯರಿಂಗ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು, ಅಲ್ಲದೆ ರಾಬರ್ಟ್ಸ್‌ರವರ **ಹೀಟ್ ಅಂಡ್ ಥರ್ಮೊಡೈನಾಮಿಕ್ಸ್** ಗ್ರಂಥದ ಕನ್ನಡ ಅನುವಾದವನ್ನು ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ. ಸದ್ಯದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಲಿದೆ.

೩೮. **ಎಚ್. ಎಸ್. ನಾಗರಾಜಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೬), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೭), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಕೇಂಬ್ರಿಡ್ಜ್, ೧೯೬೦), ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು-೬. ಈ ಮೊದಲು ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ಆಫ್ರಿಕದ ನೈಜೀರಿಯಾ ವಿ.ವಿ.ದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇವೆಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು.

೩೯. **ಎಂ. ಷಡಾಕ್ಷರಸ್ವಾಮಿ** (ಜ. ೧೯೧೭, ಒಕ್ಕಲಗೆರೆ, ತಿರುಮಕೂಡ್ಲು ನರಸೀಪುರ ತಾ.), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಎಡಿನ್‌ಬರೊ), ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು ಮತ್ತು ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು, ಸೆಂಟ್ರಲ್ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು. ಲಂಡನ್ನಿನ ರಾಯಲ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್ರಿ ಸದಸ್ಯರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳಲ್ಲದೆ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆ ಮತ್ತು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೪೦. **ಎಂ. ಎ. ಸೇತುರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೪, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೪), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಸರ್ಕಾರಿ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆ: ಬೆಂಗಳೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ).

೪೧. **ಕೆ. ಎಸ್. ಲಕ್ಷ್ಮಣರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೩, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೪), ಪ್ರಿನ್ಸಿಪಾಲರು, ಸರ್ಕಾರಿ

ಕಾಲೇಜು, ಮಡಕೇರಿ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಬೆಂಗಳೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಕನ್ನಡ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ (ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ) ಮತ್ತು ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳು.

೪೨. **ಎಂ. ಆರ್. ರಾಜಶೇಖರಶೆಟ್ಟಿ** (ಜ. ೧೯೧೯, ಬಂಗಾರಪೇಟೆ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೫), ಎಂ.ಎ. (ಕೊಲಂಬಿಯ ವಿ.ವಿ., ನ್ಯೂಯಾರ್ಕ್), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಕೊಲಂಬಿಯ, ವಿ.ವಿ.), ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು. ಲಂಡನ್ನಿನ ಝೂಆಲಾಜಿಕಲ್ ಸೊಸೈಟಿ ಸದಸ್ಯ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಹಲವಾರು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು.

೪೩. **ಎಚ್. ಬಿ. ದೇವರಾಜ ಸರ್ಕಾರ್** (ಜ. ೧೯೨೯, ಹಾಸನ), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೦), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೦), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೭), ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು. ಅಮೆರಿಕದ ವೂಸ್ಟರ್‌ನಲ್ಲಿ ಒಂದುವರ್ಷ ಪೋಸ್ಟ್‌ಡಾಕ್ಟೊರಲ್ ಸಂಶೋಧನೆ ನಡೆಸಿದರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನಾಲ್ಕಾರು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಹಲವಾರು ಲೇಖನಗಳು.

೪೪. **ಬನ್ನೂರು ನಂ. ಬೋಳೇಗೌಡ** (ಜ. ೧೯೨೨, ಬನ್ನೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೮), ಡಿ.ಫಿಲ್. (ಕಲ್ಕತ್ತ, ೧೯೫೪), ಪ್ರಾಣಿಶಾಸ್ತ್ರದ ರೀಡರ್, ಮಾನಸಗಂಗೋತ್ರಿ, ಮೈಸೂರು. **ವಿಜ್ಞಾನ ಕರ್ಣಾಟಕದ** ಸಂಪಾದಕರು; ಈ ಮೊದಲು ಅಮೆರಿಕದ ಕ್ಯಾಲಿಫೋರ್ನಿಯ ಮತ್ತು ಸ್ಟ್ಯಾನ್‌ಫರ್ಡ್ ವಿ.ವಿ. ಗಳಲ್ಲಿ ರಿಸರ್ಚ್ ಅಸೋಸಿಯೇಟ್ ಆಗಿಯೂ ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಪರೀಕ್ಷಾಧಿಕಾರಿಗಳಾಗಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು ಮತ್ತು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಲೇಖನಗಳು.

೪೫. **ಟಿ. ಎನ್. ರಾಮಚಂದ್ರರಾವ್** (ಜ. ೧೯೧೫, ತುಮಕೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೩೯), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೦), ಎ.ಐ.ಐ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್, ೧೯೪೭), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೭), ಅಧ್ಯಕ್ಷರು, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಕೇಂದ್ರ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ, ಮೈಸೂರು. ಈ ಮೊದಲು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‌ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟಿನಲ್ಲಿಯೂ ಪುಣೆಯ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ರಾಸಾಯನಿಕ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಅನೇಕ ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು.

೪೬. **ಬಿ. ಎ. ಸತ್ಯನಾರಾಯಣರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೫, ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೬), ಡಿ.ಪಿಎಚ್.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕೊಚಿನ್ ಸರ್ಕಾರ), ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಭಾಗ, ಕೇಂದ್ರ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ, ಮೈಸೂರು, ಈ ಮೊದಲು ಶಾಲಾ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ.

೪೭. **ಅನುಪಮಾ ನಿರಂಜನ** (ಜ, ೧೯೩೪, ತೀರ್ಥಹಳ್ಳಿ), ಎಂ.ಬಿ.ಬಿ.ಎಸ್. (ಮೈಸೂರು), ಖಾಸಗೀ ವೈದ್ಯರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಎಂಟು ಕಾದಂಬರಿಗಳು, ಐದು ಕಥಾಸಂಕಲನಗಳು, ವೈದ್ಯವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಮೂರು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ಲೇಖನಗಳು. ವಿಳಾಸ: ರಶ್ಮಿ, ೨೦ನೇ ಮೇನ್ ರಸ್ತೆ, ನಾಲ್ಕನೇ ಬ್ಲಾಕ್-ಟಿ, ಜಯನಗರ, ಬೆಂಗಳೂರು-೧೧.

೪೮. **ಎ. ಸುಬ್ಬರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೬, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ನೆಬ್ರಾಸ್ಕ), ಜೀವರಸಾಯನವಿಜ್ಞಾನದ ಸಹಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಕರ್ಣಾಟಕ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜು, ಹುಬ್ಬಳ್ಳಿ. ಈ ಮೊದಲು ಮೈಸೂರು, ಬೆಂಗಳೂರು ಮತ್ತು ಬಳ್ಳಾರಿ ಮೆಡಿಕಲ್ ಕಾಲೇಜುಗಳಲ್ಲಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: **ದೇಹಲೋಕದಲ್ಲಿ ಪುಟ್ಟ** (ಮಕ್ಕಳಿಗಾಗಿ ಬರೆದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಪುಸ್ತಕ) ಮತ್ತು ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕದಲ್ಲಿ ಲೇಖನಗಳು.

೪೯. **ಜೆ. ವಿ. ಶಂಕರ್** (ಜ. ೧೯೩೦, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಎಂ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಬೊಂಬಾಯಿ), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಬೊಂಬಾಯಿ), ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಕೇಂದ್ರ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆ: ಕೆಲವು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು, ಎರಡು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು.

೫೦. **ಬಿ. ಎಸ್. ನರಹರಿರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೭, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ವಿಜ್ಞಾನಿ, ಕೇಂದ್ರ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯ, ಮೈಸೂರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ಮುನ್ನೂರು ಜನಪ್ರಿಯ ವಿಜ್ಞಾನ ಲೇಖನಗಳು, ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಲೇಖನಗಳೂ ವಿವಿಧ ಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ.

೫೧. **ಎಂ. ಸಿರ್ಸಿ** (ಜ. ೧೯೧೨, ಶಿವಮೊಗ್ಗ), ಎಂ.ಬಿ.ಬಿ.ಎಸ್. (ಮೈಸೂರು), ಸೂಕ್ಷ್ಮಜೀವಿ ವಿಜ್ಞಾನ ಮತ್ತು ಔಷಧ ವಿಜ್ಞಾನಗಳ ಸಹಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕರು, ಇಂಡಿಯನ್ ಇನ್‍ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್, ಬೆಂಗಳೂರು. **ಜರ್ನಲ್ ಆಫ್ ದಿ ಮೈಸೂರು ಮೆಡಿಕಲ್ ಅಸೋಸಿಯೇಷನ್** ಸಂಪಾದಕರು; ಕನ್ನಡ ವಿಶ್ವಕೋಶ ಸಮಿತಿ ಸದಸ್ಯರು. ಈ ಮೊದಲು ಮೈಸೂರು ರಾಜ್ಯ ವೈದ್ಯ ಇಲಾಖೆಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತು ವರ್ಷ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ, ಮಿಯನ ಮತ್ತು ಬಾಸ್ಲೆ ವಿ.ವಿ.ಗಳಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷ ಶಿಕ್ಷಣ ಪಡೆದಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ನೂರಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು.

೫೨. **ಜಿ. ಟಿ. ನಾರಾಯಣರಾವ್** (ಜ. ೧೯೨೬, ಕೊಡಗು), ಎಂ.ಎ. (ಮದ್ರಾಸು), ಗಣಿತ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರು, ಸರ್ಕಾರಿ ಕಾಲೇಜು, ಬೆಂಗಳೂರು. ಪ್ರಕಣೆಗಳು: **ವನಸುಮ, ಕೊಡಗಿನ ಕಥೆಗಳು** (ಕಥಾ ಸಂಕಲನಗಳು), **ಕುದುರೆ ಮುಖಿದೆಡೆಗೆ** (ಪ್ರವಾಸ ಚಿತ್ರ), ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಮೂರು ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕಗಳು ಮತ್ತು ಅನೇಕ ಲೇಖನಗಳು.

೫೩. **ಕೆ. ಟಿ. ಶ್ಯಾಮಸುಂದರ್** (ಜ. ೧೯೩೮, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೯), ಎಂ.ಎಸ್‍ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೬೦), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಬಾಸ್ಟನ್. ೧೯೬೭), ಚೀಫ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಕೆಮಿಸ್ಟ್, ಕೆಮೊಫಾರ್ಮ ಲ್ಯಾಬೊರೆಟರೀಸ್, ಶಿವರಿ,

ಬೊಂಬಾಯಿ–೧೫. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : **ರಷ್ಯದ ಜಾನಪದ ಕಥೆಗಳು, ಪ್ರಬುದ್ಧ ಕರ್ಣಾಟಕ** ದಲ್ಲಿ ಹಲವಾರು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ಲೇಖನಗಳು.

೫೪. **ಬಿ. ವಿ. ಸುಬ್ಬರಾಯಪ್ಪ** (ಜ. ೧೯೨೫, ಬಿದರೆ, ತುಮಕೂರು ಜಿ.), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಮೈಸೂರು), ಸೂಪರ್ವೈಸರ್, ನ್ಯಾಷನಲ್ ಕಮಿಷನ್ ಫಾರ್ ದಿ ಕಂಪೈಲೇಷನ್ ಆಫ್ ಹಿಸ್ಟರಿ ಆಫ್ ಸೈನ್ಸ್ ಇನ್ ಇಂಡಿಯ, ಬಹದೂರ್ ಷಾ ಸಫರ್ ಮಾರ್ಗ್, ನವದೆಹಲಿ–೧. ಈ ಮೊದಲು ಬೆಂಗಳೂರಿನ ವಿಜಯ ಕಾಲೇಜಿನಲ್ಲಿ ರಸಾಯನಶಾಸ್ತ್ರದ ಅಧ್ಯಾಪಕರಾಗಿಯೂ ಮೈಸೂರಿನ ಆಹಾರ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಕೆಲಕಾಲ **ಆಹಾರ ವಿಜ್ಞಾನ** (ಕನ್ನಡ), **ಸೈನ್ಸ್ ರಿಪೋರ್ಟರ್** (ಇಂಗ್ಲಿಷ್) ಪತ್ರಿಕೆಗಳ ಸಂಪಾದಕರಾಗಿದ್ದರು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : **ನೀರು, ವಿಖ್ಯಾತ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ವಿಚಿತ್ರಲೋಕದಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾಲಂಕಾರ** (ಅನುವಾದ), **ಸಾಮಾನ್ಯ ವಿಜ್ಞಾನ** (ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ, ಸಹಲೇಖಕರೊಡನೆ), ಮುಂತಾಗಿ ಎಂಟು ಪುಸ್ತಕಗಳು, ಅನೇಕ ಲೇಖನಗಳು.

೫೫. **ಸಿ. ಎನ್. ಶ್ರೀನಿವಾಸ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್** (ಜ. ೧೯೦೧, ಕನ್ನೇಹಳ್ಳಿ, ಮೂಡಿಗೆರೆ ತಾ.), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೨೦), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೨೨), (ಡಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. ಕಲ್ಕತ್ತಾ, ೧೯೩೨), ನಿವೃತ್ತ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರ ಪ್ರಾಧ್ಯಾಪಕ, ಮೈಸೂರು ಮತ್ತು ಕರ್ಣಾಟಕ ವಿ.ವಿ.ಗಳು. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : **ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಚರಿತ್ರೆ**, ವಿ.ವಿ. ಪ್ರಚಾರೋಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಎರಡು ಕಿರುಹೊತ್ತಗೆಗಳು, ಇಂಗ್ಲಿಷಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರಾಚೀನ ಭಾರತದ ಗಣಿತಶಾಸ್ತ್ರದ ಬಗ್ಗೆ ಒಂದು ಗ್ರಂಥ ಮತ್ತು ಒಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ. ವಿಳಾಸ : ಹುಲಿಗಾದ್ರಿಸೇವಾ, ೧೭ನೇ ಕ್ರಾಸ್, ಮಲ್ಲೇಶ್ವರಂ, ಬೆಂಗಳೂರು–೩.

೫೬. **ಎಚ್. ಎನ್. ಚಾಮಯ್ಯ** (ಜ. ೧೯೨೦, ಹನುಮನಾಲು, ತಿರುಮಕೂಡ್ಲು ನರಸೀಪುರ ತಾ.), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೪೩), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಅಲಹಾಬಾದ್, ೧೯೪೬), ಸಸ್ಯವಿಜ್ಞಾನದ ರೀಡರ್, ಯುವರಾಜ ಕಾಲೇಜು, ಮೈಸೂರು. ಈ ಮೊದಲು ಮೈಸೂರು ವಿ.ವಿ.ದ ಯೋಜನಾಧಿಕಾರಿಯಾಗಿ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು: ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಸಸ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದ ಒಂದು ಪಠ್ಯಪುಸ್ತಕ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಲೇಖನಗಳು.

೫೭. **ಎನ್. ಎಸ್. ಸತ್ಯಮೂರ್ತಿ** (ಜ. ೧೯೩೬, ಬೆಂಗಳೂರು), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೪), ಬಿ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್) (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೬), ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ. (ಮೈಸೂರು, ೧೯೫೭), ಪಿಎಚ್.ಡಿ. (ಬೊಂಬಾಯಿ, ೧೯೬೭), ಸೈಂಟಿಫಿಕ್ ಆಫೀಸರ್, ನ್ಯೂಕ್ಲಿಯರ್ ಫಿಸಿಕ್ಸ್ ವಿಭಾಗ, ಭಾಭಾ ಆಟಾಮಿಕ್ ರಿಸರ್ಚ್ ಸೆಂಟರ್, ಟ್ರಾಂಬೆ, ಬೊಂಬಾಯಿ–೮೫. ಈ ಮೊದಲು ಅಮೆರಿಕದ ಆರ್ಗಾನ್ ರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಸಂಶೋಧಕರಾಗಿಯೂ ಫಿಲಿಪೀನ್ ಸರ್ಕಾರಕ್ಕೆ ವಿಶ್ವಸಂಸ್ಥೆಯ ಪರವಾಗಿ ಪರಮಾಣು ವಿಜ್ಞಾನದ ಬಗ್ಗೆ ಸಲಹೆಗಾರರಾಗಿಯೂ ಸೇವೆ ಸಲ್ಲಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಪ್ರಕಟಣೆಗಳು : ಸುಮಾರು ಮೂವತ್ತಕ್ಕೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನಾ ಲೇಖನಗಳು.

WO 5036—MUPM—1250 + 25 copies—2-4-69

ತಿದ್ದುಪಡಿ

ಪುಟ	ಪಂಕ್ತಿ	ತಪ್ಪು	ಒಪ್ಪು
799	3	$\mathrm{Pl}_{೯೪}^{೨೩೯}$	$\mathrm{Pu}_{೯೪}^{೨೩೯}$
1047	4	ಅವ್ಯಕ್ತ	ಅವ್ಯಶ್ತ
1352	ಚಿತ್ರ 5 (ಇಮಿಪ್ರೆಮಿಿನ್ ರಚನೆ)	$-CH_2\ CH_2-$	$-CH_2\ -CH_2-$